

SCOBY: DEL CULTIVO SIMBIÓTICO A LOS ALIMENTOS FUNCIONALES Y LOS MATERIALES AVANZADOS

SCOBY: FROM SYMBIOTIC CULTURE TO FUNCTIONAL FOODS AND ADVANCED MATERIALS

SANTIAGO SANTIAGO, Rosa María¹

MICHEL MICHEL, Mariela Ramona¹

RODRÍGUEZ HERRERA, Raúl¹

RAMOS GONZÁLEZ, Rodolfo¹

GOVEA SALAS, Mayela¹

AGUILAR ZÁRATE, Pedro²

FLORES GALLEGOS, Adriana
Carolina¹

RESUMEN

El SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) es el consorcio microbiano responsable de producir una de las bebidas fermentadas más consumidas en el mercado, gracias a un complejo ecosistema que transforma azúcares y té. Este bioproceso se lleva a cabo por acción de levaduras (*Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, etc.), bacterias acéticas (*Komagataeibacter*, *Acetobacter*, *Gluconobacter*, etc.) y bacterias lácticas (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, etc.). La bebida kombucha aporta múltiples beneficios a nuestro organismo al contener probióticos, ácidos orgánicos, compuestos bioactivos, vitaminas y minerales. Durante el proceso, la fermentación produce simultáneamente un nuevo SCOBY que puede emplearse para fermentar otra bebida si se hace de manera adecuada; sin embargo, la producción de este subproducto no se detiene y continúa creciendo de forma constante, lo que permite aprovecharlo ampliamente. Diversas investigaciones han analizado el SCOBY y han demostrado que es una excelente fuente de celulosa. La celulosa bacteriana es un polímero de gran interés que, al ser purificada, adquiere características como alta cristalinidad y pureza, una estructura de nanofibrillas altamente organizada, elevada resistencia mecánica y una capacidad de retención de agua excepcional. Estas propiedades, sumadas a su adaptabilidad a mejoras mediante diversos procesos, permiten su aplicación en sectores estratégicos que abarcan desde la industria alimentaria hasta la ingeniería. En el presente documento se explica cómo este bioproceso trabaja en armonía para producir compuestos bioactivos y a su vez producir un material sustentable, adaptable y altamente resistente con un gran campo de aplicación.

Palabras clave: SCOBY; celulosa bacteriana; valorización de subproductos.

1. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Saltillo, Coahuila, México.

2. Instituto Tecnológico de Ciudad Valles, Instituto Tecnológico Nacional. Ciudad Valles, San Luis Potosí, México.

Correspondencia
adrianaflores@uadec.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-5092-1404>

Fecha de recepción
13 de abril de 2026.

Fecha de aceptación
25 de septiembre de 2026.

ABSTRACT

SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) is the microbial consortium responsible for producing one of the most widely consumed fermented beverages on the market, utilizing a complex microbial ecosystem that transforms sugars and teas. This bioprocess is carried out through the action of yeasts (*Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, etc.), acetic acid bacteria (*Komagataeibacter*, *Acetobacter*, *Gluconobacter*, etc.), as well as lactic acid bacteria (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, etc.). The kombucha beverage provides multiple health benefits due to its content of probiotics, organic acids, bioactive compounds, vitamins, and minerals. During this process, fermentation simultaneously produces a new SCOBY that can be utilized to ferment a subsequent batch if managed properly; however, the generation of this by-product does not cease and continues to grow steadily, allowing for its extensive utilization. Various studies have analyzed SCOBY and discovered that it constitutes an excellent source of cellulose. Bacterial cellulose is a polymer of significant interest which, upon purification, acquires characteristics such as high crystallinity and purity, a highly organized nanofibrillar structure, elevated mechanical strength, and an exceptional water-holding capacity. These properties, combined with its adaptability to modifications through various processes, enable its application across strategic sectors ranging from the food industry to engineering. This document elucidates how this bioprocess yields bioactive compounds while simultaneously producing a sustainable, adaptable, and highly resilient material with a broad scope of application.

Keywords: SCOBY; bacterial cellulose; By-product valorization.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la población enfrenta numerosos desafíos, como la búsqueda de alimentos que aporten beneficios adicionales, por lo que se han desarrollado los llamados alimentos funcionales, que contienen componentes biológicamente activos que otorgan propiedades específicas para la salud gracias a su contenido de fibra, probióticos o compuestos bioactivos. Por otro lado, existe la necesidad de encontrar nuevas fuentes de materiales avanzados que cumplan con estándares de calidad, sin generar un impacto ambiental negativo ni un costo elevado en su obtención. En este contexto, la fermentación con SCOBY, utilizada tradicionalmente para elaborar kombucha



a base de té negro y sacarosa, juega un papel importante. Actualmente es uno de los bioprocesos más llamativos y abarca dos áreas importantes: los alimentos y los materiales. Por un lado, genera una bebida funcional rica en antioxidantes y microorganismos benéficos; por otro, también se produce una capa superficial compuesta por una red de nanofibrillas que forma un nuevo SCOBY, que, más allá de ser un nuevo cultivo iniciador, se considera una fuente de celulosa bacteriana (Kitwetcharoen et al., 2023).

La investigación sobre sustratos alternativos para optimizar este proceso ha despertado un gran interés científico. Más allá de la receta tradicional, hoy en día se han obtenido bebidas mediante la valorización de residuos o subproductos agroindustriales, lo que permite transformarlos en un nuevo sustrato (Su et al., 2023). La importancia del estudio de los sustratos alternativos radica en la variabilidad de los subproductos obtenidos, ya que, al diversificar la fuente de nitrógeno, cambian los compuestos y las propiedades tecno-funcionales de la celulosa bacteriana producida (Gomes Soares et al., 2021). Por consiguiente, en este proceso también se atiende la reducción del impacto ambiental derivado de los desechos alimentarios.

Hasta ahora los estudios que se han realizado en torno a la optimización de las fermentaciones con SCOBY han sido prometedores, expandiendo las posibilidades, sin embargo, aún quedan muchos retos por abordar; tal es el caso de la estandarización del proceso, ya que, siendo un ecosistema vivo, difícilmente se podría estandarizar el resultado de estas fermentaciones debido a la alta diversidad microbiológica presente, que conlleva la obtención de materiales similares pero no idénticos. A pesar de ello, queda claro que este proceso fermentativo representa una alternativa eficiente que aborda diversas problemáticas, lo que subraya su versatilidad. Por lo anterior, este artículo tiene como objetivo presentar los aspectos más relevantes de esta fermentación y sus aplicaciones más destacadas en diversos campos de la ciencia y la industria.

¿QUÉ ES EL HONGO QUE FLOTA SOBRE LA KOMBUCHA?

El SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) es un consorcio simbiótico de bacterias y levaduras, mejor conocido como "hongo" por su apariencia gelatinosa, aunado a su presencia en un líquido en fermentación. Este



consorcio es un ecosistema vivo que utiliza té negro y azúcar para producir la conocida "kombucha", una bebida consumida a nivel mundial por sus múltiples beneficios. Dicho proceso se inicia con las levaduras (microorganismos unicelulares que descomponen azúcares), encargadas de transformar el azúcar presente en glucosa y fructosa, así como en etanol (alcohol); no obstante, este último se presenta en una proporción muy baja, por lo que no se considera una fermentación alcohólica (Antolak et al., 2021). Al mismo tiempo, las bacterias acéticas (que convierten el alcohol en ácido acético) utilizan la glucosa y el etanol para producir ácido acético, por lo que las fermentaciones que emplean este consorcio simbiótico adquieren un sabor ligeramente ácido y también evitan la contaminación por algunos patógenos.

En este bioproceso se comienza a formar una capa, producida por las bacterias acéticas: el SCOBY (siglas en inglés de "Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast", es decir, cultivo simbiótico de bacterias y levaduras). A través de un proceso de polimerización (unión controlada de moléculas para formar cadenas largas), se unen cadenas de glucano, un polisacárido, hasta formar el llamado "hongo"; esta capa, además, actúa como protector del medio líquido. Otros microorganismos que forman parte de este bioproceso son las bacterias ácido-lácticas (BAL, que convierten los azúcares en ácido láctico), que favorecen la formación de un ambiente idóneo para el resto de los microorganismos y aportan uno de los mayores beneficios de esta fermentación: el contenido de probióticos (microorganismos vivos que benefician la salud digestiva).

Aunque originalmente el SCOBY se utiliza para producir kombucha, se han realizado múltiples investigaciones que emplean diferentes fuentes de hidrógeno y de carbono. Esto ha permitido el uso de sustratos poco convencionales como desechos industriales, frutas tropicales o poco valoradas, cactáceas y especias, entre otros (Mat Zin Boestami et al., 2024). Pese a esta diversidad, la sacarosa sigue siendo la fuente de carbono más eficiente, como lo han reportado múltiples autores por su bajo costo y alto rendimiento.

Para que esta fermentación se lleve a cabo correctamente, existen condiciones específicas:

- Un pH entre 2.5 y 3.5.
- Una temperatura de 37 °C.
- Un periodo máximo de 21 días.

Una vez cumplidos estos puntos, la fermentación se desarrollará de manera óptima. Dichas bebidas ya se encuentran en el mercado debido a su producción a escala mundial y a su alta diversificación; sin embargo, cabe aclarar que producirlas en casa también es un proceso fácil y rápido (Dartora et al., 2023).

El nivel de adaptación del SCOBY es tan elevado que el uso de distintos sustratos ha ampliado significativamente los beneficios de esta bebida. Al ser una bebida elaborada a partir de un cultivo simbiótico, aporta los beneficios de los probióticos. Los probióticos son BAL que ayudan a regular la microbiota intestinal. Estas bacterias se encuentran de forma natural en nuestro sistema digestivo y son responsables de mantener el equilibrio, regulando procesos como la digestión, la inflamación y las enfermedades cardiovasculares. Por otro lado, también se puede considerar un prebiótico, al promover la supervivencia de las bacterias lácticas, reduciendo así el riesgo de enfermedades y fortaleciendo el sistema inmune (Harrison & Curtin, 2021). Otro de los beneficios indiscutibles de esta bebida es la presencia de compuestos bioactivos. El uso de diferentes sustratos, como se mencionó anteriormente, amplía la diversidad y la cantidad de dichos compuestos. Estos compuestos, principalmente polifenoles presentan actividad antioxidante que interactúan con las especies reactivas de oxígeno, que causan el estrés oxidativo, el cual, a su vez, se asocia al desarrollo de diversas patologías. En la literatura, estos metabolitos son coadyuvantes en el tratamiento de diversas enfermedades debido a sus propiedades antimicrobianas y antidiabéticas, así como a sus potenciales efectos antiproliferativos (Tejedor-Calvo & Morales, 2023). Entre los mayores beneficios de estas fermentaciones está la producción de ácidos orgánicos, que, además de regular el pH en el bioproceso, contribuyen a la salud al proveer energía, regular el sistema inmune y aportar un sabor atractivo a las bebidas. Asimismo, algunas investigaciones sugieren que ciertos ácidos orgánicos podrían contribuir a la salud ósea al favorecer un ambiente intestinal óptimo y la absorción de minerales como el calcio mediante la modulación de las hormonas gastrointestinales. Por último, mediante esta fermentación se pueden liberar vitaminas y minerales que, dependiendo del sustrato, pueden regular la presión arterial, la producción de energía y asegurar el funcionamiento adecuado del sistema inmunitario (Shi et al., 2022). Finalmente, el medio resultante de esta fermentación, debido a la combinación de sustratos y microorganismos, es un excelente productor de celulosa bacteriana. Aunque el SCOBY impulsa la fermentación, tras su procesamiento y purificación, solo

quedan microfibrillas de celulosa. A diferencia de la celulosa de origen vegetal, la celulosa bacteriana se sintetiza libre de matrices complejas como la lignina, la hemicelulosa y la pectina, lo que da como resultado un polímero caracterizado por su alta pureza estructural desde su obtención (Girard et al., 2024).

DEL FRASCO A LA INDUSTRIA DE MATERIALES

¿Por qué es importante mencionar la producción de celulosa bacteriana en esta fermentación? Existe un concepto fundamental llamado economía circular, que busca aprovechar los residuos generados en cada proceso desde el inicio hasta el final. En este caso, una vez iniciada la fermentación, el plazo máximo para obtener la bebida es de 21 días. Sin embargo, incluso después de ese lapso, la producción de celulosa continúa siendo un subproducto muy valioso que puede aprovecharse como cultivo iniciador y como materia prima con diversas aplicaciones (Almeida et al., 2024).

La celulosa bacteriana producida por el SCOBY es más económica y respetuosa con el medio ambiente, ya que el proceso no emplea agentes químicos agresivos, a diferencia de la celulosa vegetal (Cruz et al., 2024). Además, al secarse, se obtiene un material de excelente textura y resistencia con aplicaciones prometedoras. Existen diferentes tipos de celulosa según el tratamiento de purificación aplicado, lo que puede incrementar la resistencia del material. Además, la celulosa presenta características sobresalientes como alta pureza (bajo contenido de impurezas), alto grado de cristalinidad (orden en la disposición de las moléculas de glucosa), resistencia a la degradación a altas temperaturas, gran maleabilidad (facilidad para moldearse) y una estructura porosa que permite el paso de oxígeno y de moléculas complejas (como proteínas o enzimas).

Asimismo, se ha comprobado que este material es biocompatible (no genera rechazo en organismos vivos), no tóxico y presenta una alta versatilidad debido a su naturaleza (Alvarado-Rojas et al., 2024).

APLICACIONES DE LA CELULOSA BACTERIANA

Como se ha mencionado, la celulosa bacteriana es un subproducto de la fermentación que, en ocasiones, carece de valor comercial. Sin embargo,



algunos estudios han demostrado que tiene un amplio campo de aplicación. En el caso particular de alimentos, se utiliza como ingrediente alimentario, aportando fibra dietética o como sustituto de grasa; adicionalmente, como recubrimiento comestible, texturizante, encapsulante, emulsionante y/o estabilizante, entre otros (Flores Valencia & Flores Totorá, 2024). En el sector industrial, destaca su uso en el sector textil para la fabricación de bolsos, carteras, ropa y accesorios, mientras que, en el sector electrónico, se emplea en diafragmas acústicos y como estructura que permite la conductividad eléctrica al formar parte de diversos dispositivos. Una de las áreas de mayor interés en este polímero es la medicina, ya que se ha utilizado como sustituto de piel en modelos *in vivo*, con excelentes resultados. Su alta compatibilidad se debe a su porosidad, que permite retener una mayor cantidad de agua en comparación con los apósitos sintéticos; además, puede emplearse en andamios (*scaffolds*), donde las células madre pueden proliferar, y en sistemas de liberación de fármacos (Nam et al., 2025; figura 1).

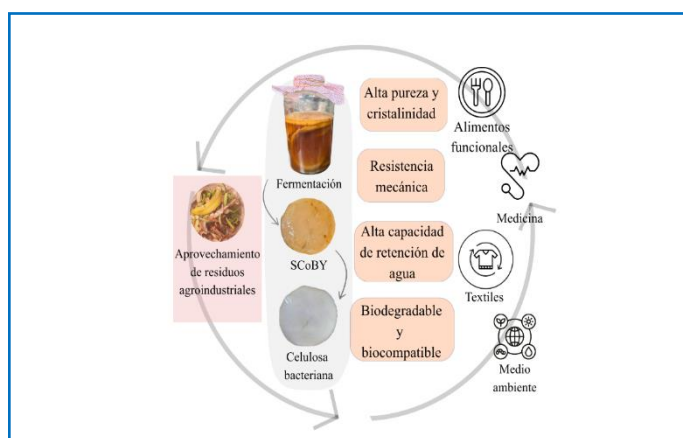


Figura 1. Características y aplicaciones de los subproductos generados mediante fermentación con SCoBY.

Desde la perspectiva de la sustentabilidad, se ha planteado su uso como sustituto de productos derivados del petróleo, empleándola como alternativa para empaques biodegradables, refuerzo de papel y biocueros que son tanto biodegradables como compostables. Asimismo, se ha propuesto su uso como filtro para el tratamiento de aguas residuales, con el fin de eliminar metales pesados y microplásticos, lo que representa un avance significativo en la protección del medio ambiente.

CONCLUSIONES

El SCOBY no solo es un cultivo iniciador que produce bebidas funcionales con beneficios para la salud; también es una máquina productora de celulosa bacteriana. La prometedora duplicidad de este sistema en los ámbitos de la investigación y de la industria resulta especialmente llamativa.

Los beneficios de usar el SCOBY no se limitan a los reactores pequeños, ya que es fácil de escalar. Este polímero es uno de los más versátiles actualmente y puede tener múltiples aplicaciones, lo que lo hace funcional y útil. El resultado de cada investigación representa una oportunidad para resolver problemas actuales. Finalmente, la revalorización de este subproducto no solo podría optimizar procesos biotecnológicos, sino también ofrecer alternativas sostenibles para abordar los desafíos globales en la aplicación de nuevos materiales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Facultad de Ciencias Químicas de la UAdeC por facilitar los recursos y el uso de sus instalaciones. Igualmente, se agradece a la SECIHTI, por la beca otorgada con el número 1319549.

REFERENCIAS

- Almeida, A. da R., Stegemann, C., Maciel, M. V. O. B., Costa, A. de B. da, Schadeck, T. R. C., Medeiros, H. de S., Stegemann, M., & de Armas, R. D. (2024). Produção de celulose bacteriana (CB) em diferentes meios a partir de culturas de kombucha. *Food Science Today*, 3(1), 20–25. <https://doi.org/10.58951/fstoday.2024.004>
- Alvarado-Rojas, M., Castro-Brenes, J., & Orias-Obando, F. (2024). Bacterial cellulose: Nature's biopolymer. *Tecnología en Marcha*, 37(4), 162–170. <https://doi.org/10.18845/tm.v37i4.6945>
- Antolak, H., Piechota, D., & Kucharska, A. (2021). Kombucha tea—A double power of bioactive compounds from tea and symbiotic culture of bacteria and yeasts (SCOBY). *Antioxidants*, 10(10), 1541. <https://doi.org/10.3390/antiox10101541>
- Cruz, M. A., Flor-Unda, O., Avila, A., Garcia, M. D., & Cerda-Mejía, L. (2024). Advances in bacterial cellulose production: A scoping review. *Coatings*, 14(11), 1401. <https://doi.org/10.3390/coatings14111401>

- Dartora, B., Sant'Anna, V., Hickert, L. R., Fensterseifer, M., Ayub, M. A. Z., Flôres, S. H., & Perez, K. J. (2023). Factors influencing kombucha production: Effects of tea composition, sugar, and SCOBY. *Food Science and Technology*, 43, e8123. <https://doi.org/10.5327/fst.8123>
- Flores Valencia, E. F., & Flores Totorá, P. M. (2024). Celulosa bacteriana como agente emulsificante en la producción de una emulsión tipo mayonesa. *Ingeniería Investiga*, 6, e1034. <https://doi.org/10.47796/ing.v6i00.1034>
- Girard, V.-D., Chaussé, J., & Vermette, P. (2024). Bacterial cellulose: A comprehensive review. *Journal of Applied Polymer Science*, 141(15), e55163. <https://doi.org/10.1002/app.55163>
- Gomez Soares, M., de Lima, M., & Reolon Schmidt, V. C. (2021). Technological aspects of kombucha, its applications and the symbiotic culture (SCOBY), and extraction of compounds of interest: A literature review. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 539–550. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.017>
- Harrison, K., & Curtin, C. (2021). Microbial composition of SCOBY starter cultures used by commercial kombucha brewers in North America. *Microorganisms*, 9(5), 1060. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9051060>
- Kitwetcharoen, H., Phung, L. T., Klanrit, P., Thanonkeo, S., Tippayawat, P., Yamada, M., & Thanonkeo, P. (2023). Kombucha healthy drink—Recent advances in production, chemical composition and health benefits. *Fermentation*, 9(1), 48. <https://doi.org/10.3390/fermentation9010048>
- Mat Zin Boestami, R., Kamari, A., Rohaeti, E., & Hastuti, B. (2024). Production of kombucha SCOBY cellulose by using tea and pumpkin peel waste as fermentation substrates: A comparison study. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 12(2), 119–133. <https://doi.org/10.37134/jsml.vol12.2.9.2024>
- Nam, Y., Lee, J., Kim, S. R., & Kim, J. N. (2025). Isolation and purification of antibacterial compound from kombucha of SCOBY. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35, e2504012. <https://doi.org/10.4014/jmb.2504.04012>
- Shi, Y., Pu, D., Zhou, X., & Zhang, Y. (2022). Recent progress in the study of taste characteristics and the nutrition and health properties of organic acids in foods. *Foods*, 11(21), 3408. <https://doi.org/10.3390/foods11213408>
- Su, J., Tan, Q., Tang, Q., Tong, Z., & Yang, M. (2023). Research progress on alternative kombucha substrate transformation and the resulting active components. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1254014. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1254014>
- Tejedor-Calvo, E., & Morales, D. (2023). Chemical and aromatic changes during fermentation of kombucha beverages produced using strawberry tree (*Arbutus unedo*) fruits. *Fermentation*, 9(4), 326. <https://doi.org/10.3390/fermentation9040326>