

Concientifica



Compuestos de origen natural aplicados a la ingeniería

Natural-origin compounds applied to engineering

Resumen

La ingeniería es la disciplina que conjunta conocimientos científicos y tecnológicos, para resolver problemas, a través de la invención, la innovación, el desarrollo y el mejoramiento de técnicas. Actualmente, a nivel mundial, la tendencia a realizar procesos sustentables está reorientando los quehaceres de la ingeniería y abriendo nuevas áreas de investigación donde se realice una ingeniería verde o sustentable. Así mismo, se busca que tanto los procesos como los productos, además de mantener su actividad y aplicaciones, se construyan o elaboren con materias primas degradables o que partes de estos tengan un origen natural.

Palabras clave: Ingeniería, ingeniería de alimentos, metabolitos secundarios, productos naturales.

Summary

Engineering is the discipline that combines scientific and technological knowledge to solve problems through invention, innovation, development and improvement of techniques. Currently, worldwide, the trend to carry out sustainable processes is reorienting engineering tasks and opening new areas of research where green or sustainable engineering is carried out. Likewise, it is sought that both processes and products, in addition to maintaining their activity and applications, are built or produced with degradable raw materials or that parts of them have a natural origin.

Keywords: Engineering, food engineering, secondary metabolites, natural products.

Omar Alejandro González-Noriega
Ana Karen Gálvez-Larios
Alfredo Brito-Franco*

Universidad Autónoma del Estado de Morelos,
CIICAp, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa 62209,
Cuernavaca, Morelos, México.

*Autor para la correspondencia:
ingomarglezn@gmail.com

La ingeniería es la disciplina que conjunta conocimientos científicos y tecnológicos, para resolver problemas, a través de la invención, la innovación, el desarrollo y el mejoramiento de técnicas; con la intención de satisfacer las necesidades actuales del ser humano y de la sociedad. El desarrollo de nuevas tecnologías, el manejo eficiente y productivo de los recursos naturales en beneficio de la sociedad, conduce a la ingeniería a aplicar conjuntamente conocimientos en matemáticas, física, química, economía, informática, diseño, etc. [1].

Desde el inicio de las primeras civilizaciones, los seres humanos han destacado por su aplicación constante de la ingeniería con el propósito de satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, ropa, y vivienda, con todo aquello que encontraba en su entorno, pasando a través de diversas culturas y épocas hasta la actualidad [2].

La ingeniería de alimentos contribuye a la innovación de nuevos productos más seguros y nutritivos, así como el desarrollo de procesos de fabricación y envasado que reduzcan el impacto ambiental. Actualmente, varios estudios científicos están investigando el uso de envases comestibles. Estos envases utilizan mate-

riales sostenibles y biodegradables que se aplican como envoltura o revestimiento alrededor de los alimentos [3].

Por otro lado, la ingeniería agronómica se centra en el diseño de sistemas de riego para asegurar la distribución y aprovechamiento eficiente del agua, minimizando el desperdicio. Además, puede integrarse de manera complementaria con la ingeniería genética aplicada a cultivos para mejorar la resistencia a enfermedades y plagas, resistencia a condiciones adversas del clima e incrementar el contenido de nutrientes esenciales, como vitaminas, minerales o proteínas [4].

A nivel mundial, la tendencia a realizar procesos sustentables está transformando las prácticas de la ingeniería y abriendo nuevas áreas de investigación, como la ingeniería verde o sustentable, así mismo se busca no solo mantener la funcionalidad y aplicaciones de los procesos y productos, sino también que se construyan o elaboren utilizando materias primas degradables o que partes de estos tengan un origen natural. Estos son los nuevos aspectos en los que algunas ramas de la ingeniería se están modificando para cubrir las necesi-

dades de una sociedad comprometida con la sustentabilidad. En este escenario, la ingeniería del siglo XXI continúa su evolución con enfoques avanzados en diversas áreas, tales como la sostenibilidad, inteligencia artificial, nanotecnología, energías renovables y biotecnología.

Productos naturales en ingeniería

Los productos naturales, son compuestos químicos de naturaleza orgánica que son sintetizados por un organismo vivo como parte de su ciclo de vida, pero el hombre tiene como objetivo el sustituir los productos químicos sintetizados los cuales generan un problema tanto al medio ambiente como al ser humano cuando son utilizados. Diversos autores coinciden con el hecho de que la mayoría de estos compuestos no son indispensables para la vida del organismo que los produce, por ello no compromete su existencia, por lo que estos compuestos reciben el nombre también de metabolitos secundarios.

Las plantas al ser un organismo vivo que crece y se desarrolla sin moverse del lugar en donde fue sembrada su semilla, hacen que estas tengan interacciones con diferentes or-



Figura 1. Venta de plantas medicinales en un puesto local como alternativa natural para combatir enfermedades. Imagen de Ana Karen Gálvez-Larios.

ganismos como los microbianos, herbívoros y otras plantas donde estas interacciones pueden ser tanto negativas, positivas o neutras. Este tipo de interacción con estos organismos hacen que exista una evolución de su metabolismo, que es un conjunto de reacciones químicas en un organismo que sintetiza sustancias complejas a partir de otras más simples, llegando a crear desde insecticidas, repelentes o atrayentes, dependiendo cual sea la situación en la que se encuentre la planta.

La fitoalexinas, que son metabolitos secundarios, son compuestos químicos sintetizados por las plantas en respuesta de un ataque o una invasión de un organismo. Los metabolitos secundarios están presentes en los tejidos de las plantas adultas donde una de sus varias funciones es la defensa contra estos ataques o invasiones. Algunos metabolitos secundarios además de fungir como antibacterianos o antifúngica, ayudan a la inhibición de esporas [5].

Cuando la planta detecta un ataque o una invasión de otro organismo, genera una respuesta de manera de defensa a través de los metabolitos secundarios, los cuales causan la muerte celular controlada la cual tiene como objetivo la de aislar al organismo invasor una vez que se ha detectado el ataque o la invasión a su sistema. La muerte celular controlada consiste en retirar los nutrientes, aislar la zona y secretar fitoalexinas al organismo invasor. Además, los metabolitos secundarios no tienen una función directa con los procesos como la fotosíntesis, respiratorios, asimilación de nutrientes o como el transporte o síntesis de proteínas, carbohidratos o lípidos que son funciones que desempeñan los metabolitos primarios.

En las plantas, las principales rutas de biosíntesis de metabolitos secundarios derivan del metabolismo primario del carbono, los cuales tiene un valor significativo en aplicaciones cosméticas, alimentaria y farmacéutica. Los metabolitos secundarios se clasifican en cuatro principales clases como los terpenos, compuestos fenólicos, glicósidos y alcaloides.

Los compuestos fenólicos, también llama-

dos polifenoles o fenilpropanoides, son metabolitos secundarios esenciales tanto para el crecimiento como para la reproducción de las plantas, estos actúan como agentes protectores, frente a la acción de patógenos, como mecanismos de defensa y contribuyen a la pigmentación de muchas partes de las plantas [6]. Estos compuestos fenólicos, son un grupo de antioxidantes naturales, que constituyen un amplio grupo de sustancias químicas con diferentes estructuras y actividades, las cuales abarcan más de 8 mil compuestos distintos [7].

Algunos ejemplos de compuestos fenólicos que se encuentran en la mayoría de las propiedades de los alimentos de origen vegetal son el color, sabor, aroma y la astringencia [8] (Ver Figura 1). Para el color se tienen las antocianinas las cuales son las responsables de los tonos rojos, azules y violáceos de muchas frutas, hortalizas y derivados como las fresas, ci-

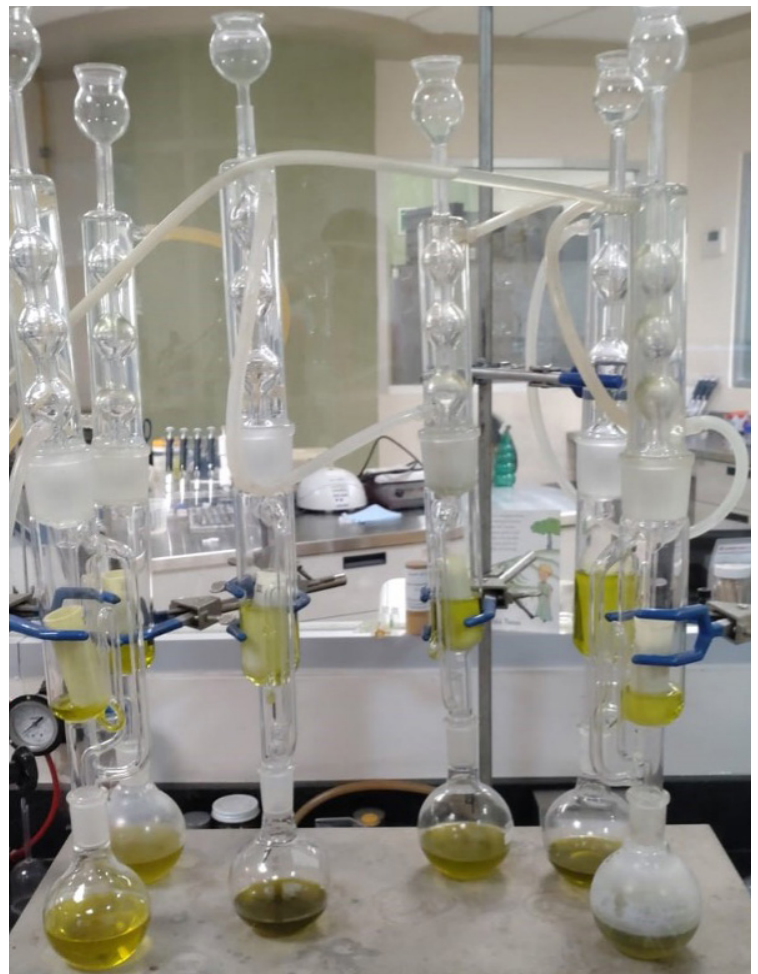


Figura 2. Extracción Soxhlet para obtener aceite esencial de romero (*Salvia rosmarinus*). Imagen de Ana Karen Gálvez-Larios.

ruelas, uvas, berenjena, rábano, vino tinto, etc. Para el sabor se tienen las flavanonas de los cítricos o la oleuropenina en las aceitunas. Las proantocianidinas y los taninos hidrolizables como el vino son las causantes de la astringencia, la cual genera la sensación de sequedad y rugosidad en la boca, y por último fenoles simples como el eugenol en los plátanos ocasionan al aroma.

La investigación en diferentes campos cada día es mayor debido a la necesidad de encontrar sustancias que ayuden a solucionar una infinidad de problemas en el ámbito ingenieril en donde se busca estudiar estos productos desde el punto de vista analítico, estructural y sintético de aquellas moléculas de origen natural. Estos productos naturales están involucrados en una serie de sucesos biológicos los cuales están relacionados con diferentes organismos entre sí y con el medio ambiente que los rodea dando así un amplio potencial científico y económico para contrarrestar diferentes problemas.

Entre algunas destacadas investigaciones a nivel internacional se encuentra la aplicación de las bacteriocinas como compuestos naturales. Por ejemplo, las bacteriocinas, son péptidos biosintetizados por bacterias ácido-lácticas, gracias a su actividad antimicrobiana contra patógenos causantes de severas enfermedades en el hombre por el consumo de alimentos contaminados. Las bacteriocinas han mostrado una atractiva aplicación como conservadores naturales en ingeniería alimentaria, sustituyendo a los conservadores sintéticos y favoreciendo el desarrollo de alimentos mínimamente procesados conservándolos

libres de microorganismos, asegurando su calidad y reduciendo el riesgo de que el hombre enferme. Su aplicación específica ha sido en carne, productos lácteos, alimentos enlatados, bebidas alcohólicas, entre otros. Actualmente se continúan estudiando las bacteriocinas para su aplicación en nuevas tecnologías de biopreservación de alimentos [9].

Los extractos de especies vegetales, que resultan ser mezclas homogéneas de compuestos naturales, han sido ampliamente usados en medicina, gastronomía y en la industria de alimentos. Por ejemplo, el romero, es una especie originaria de la región mediterránea la cual es una fuente de metabolitos secundarios, es muy utilizada en la medicina tradicional por sus efectos digestivos, antiespasmódicos y carminativos además de presentar propiedades antimicrobianas en bacterias de contaminación alimentaria debido a su actividad biocida la cual permite inhibir el crecimiento de estos microorganismos [10]. La Figura 2 muestra una parte del proceso de extracción del aceite de romero.

En ingeniería ambiental, la contaminación de suelos debido a la alta concentración de metales pesados (Ver Figura 3), por lo que para reducir la presencia de los metales en suelo se ha estudiado la aplicación de polímeros naturales. Una mezcla de oligogalacturónidos con grado



Figura 3. Contaminación del suelo por la liberación de metales pesados provenientes de pilas desechadas. Imagen de [Iberdrola](#).

de polimerización entre 7 y 16, obtenido de la cáscara de cítricos como la naranja, se estudió en la remoción, adsorción y distribución de cobre hasta niveles no tóxicos, observándose la formación de complejos entre el biopolímero y el metal [11].

En la ingeniería de alimentos se utilizan, por ejemplo, compuestos polifenólicos o polifenoles del té verde para el tratado del tocino curado para mejorar la calidad del producto final, así como aumentar la vida útil del alimento y tener una mejor seguridad del producto terminado en el curado del tocino. Los polifenoles tienen diferentes propiedades como antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas y cardioprotectores debido a la presencia de catequinas las cuales actúan como eliminadoras de radicales libres, quelantes de metales e inhibidores de factores de transcripción y enzimas. En el curado del tocino los polifenoles actúan como reductores del pH, la oxidación de lípidos, así como también en el contenido residual de nitrito durante el proceso de curado, además de ayudar a disminuir la cantidad de microorganismos y aminoras biogénicas [12].

Los compuestos de origen natural ofrecen una gran variedad de aplicaciones en ingeniería y pueden sustituir productos químicos sintéticos en muchos casos. Desde colorantes, saborizantes, aromatizantes, conservadores de alimentos, fármacos, biopolímeros para restaurar suelos contaminados entre otros. Estos compuestos naturales son una alternativa saludable y sostenible para el medio ambiente. Dado esto es posible distinguir la colaboración multidisciplinaria que se logra a través del estudio y aplicación de los productos naturales en ingeniería, por lo que los estudiantes que se involucren en ésta área del conocimiento se transformaran en capital humano de gran valor para los nuevos retos que se enfrentaran en las diferentes áreas de la ingeniería, ya que cada día el cuidado del medio ambiente obliga a que se creen procesos o reacciones mediante química verde o sostenible; y que se diseñen y sintetizen novedosos materiales eficientes y degradables para que su impacto en el ambiente sea mínimo. **iBIO**

Referencias

- [1] Editores. (2009). LA INGENIERIA. *Revista Digital Lámpsakos*, 13-21.
- [2] Deiana, A., Granados, D., & Sardella, M. (2018). Ramas y funciones de la ingeniería. *Introducción a la ingeniería*, 1-21.
- [3] Petkoska, A. T., Daniloski, D., D’Cunha, N. M., Naumovski, N., & Broach, A. T. (2021). Edible Packaging: Sustainable solutions and novel trends in food packaging. *Food Research International*, 140, 109981. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109981>
- [4] Kobayashi, K., Wang, Q., & Wang, W. (2023). Genetically modified rice is associated with hunger, health, and climate resilience. *Foods*, 12(14), 2776. <https://doi.org/10.3390/foods12142776>
- [5] M. Vivanco, J., Cosío, E., Loyola Vargas, V. M., & Flores, H. E. (2005). Mecanismos químicos de defensa en las plantas. *Prensa Científica S.A.*, 68-75.
- [6] Muñoz Jáuregui, A., Ramos Escudero, D., Ortiz Ureta, C., & Benjamin, C. (2007). Evaluation of the antioxidant capacity and content of phenolics compounds of vegetable promissory resources. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73, 142-149.
- [7] Martínez Valverde, I., Jesús Periago, M., & Ros, G. (2000). Significado Nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50, 5-18.
- [8] Creus, E. G. (2004). Compuestos Fenólicos: Un análisis de sus beneficios para la salud. *OFFARM*, 23, 80-84.
- [9] Beristain Bauza, S. C., Palou, E., & López Malo, A. (2012). Bacteriocinas: antimicrobianos naturales y su aplicación en los alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 64-78.
- [10] Montero Recalde, Mayra Andrea., Martínez Jiménez, Jorge Anibal., Aviles Esquivel, Diana Fernanda., Valle Velastegui, Edgar Luciano., Pazmiño Miranda, Nelly del Pilar. (2017). Effect antimicrobial of extract of *Rosmarinus officinalis* on strain of *Escherichia coli*. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 168-175.
- [11] E. Cartaya, O., Reynaldo, I., Peniche, C., & L. Garrido, M. (2011). Empleo de polímeros naturales como alternativas para la remediación de suelos contaminados por metales pesados. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 41-46.
- [12] Wang, Y., Li, F., Zhuang, H., Chen, X., Li, L., Qiao, W., & Zhang, J. (2014). Effects of plant polyphenols and α -tocopherol on lipid oxidation, residual nitrites, biogenic amines, and N-nitrosamines formation during ripening and storage of dry-cured bacon. *LWT-Food science and Technology*, 1-8.