

EL FUTURO ES SECO: EL ARTE DE ATRAPAR LA VIDA EN UN GRANO DE POLVO

Kenia Robles Cruz y Delia Soto Castro



Resumen

El secado por aspersión (*spray drying*) se ha establecido como una innovadora tecnología en la ingeniería de alimentos, permitiendo transformar matrices líquidas perecederas en sistemas sólidos muy estables. En este artículo, exploramos cómo esta técnica de atomización rápida funciona como una auténtica “intervención de rescate” para proteger metabolitos secundarios sensibles al calor, como flavonoides y saponinas, que se encuentran en frutos e infusiones de diversas plantas.

A través de la microencapsulación, se crean barreras microscópicas que ayudan a proteger la bioactividad de estos compuestos contra la degradación causada por luz, humedad y oxígeno. Los resultados muestran que el polvo obtenido no solo mantiene su capacidad antioxidante, sino que también presenta propiedades hipoglucemiantes, actuando a nivel intestinal, y modulando la velocidad de absorción de carbohidratos de una manera similar a los medicamentos tradicionales.

La transformación de extractos naturales en polvos microencapsulados es un método innovador y confiable para estandarizar y dosificar, permitiendo una medición precisa de los principios activos y ofreciendo una opción de consumo más saludable. Además, contribuye a la conservación de la biodiversidad a largo plazo, fomenta modelos sostenibles y tecnologías ecológicas al optimizar el transporte, reducir el desperdicio en la agroindustria y facilitar el acceso global a suplementos funcionales de alta calidad.

Introducción

Durante siglos, la humanidad ha estado buscando maneras de conservar sus alimentos para tener suficiente en momentos de escasez. Pero hoy en día, no solo estamos “quitando el agua”, sino que también estamos creando materia. La tecnología de secado por aspersión es increíble, ya que permite que los productos viajen más lejos, sean más ligeros y mantengan sus propiedades mucho más tiempo.

Imagina transformar líquido, como el café de todos los días, un té o un jugo, en un polvo fino en cuestión de segundos. El secado por aspersión es un proceso en el que un líquido se pulveriza o “atomiza” en pequeñas gotas dentro de una corriente de aire caliente.

Al entrar en contacto con el calor, el agua se evapora casi instantáneamente, formando partículas sólidas (Garzón et al., 2011). Debido a la rapidez de este proceso, en pocos segundos se logra reducir la degradación de los compuestos sensibles al calor, ayudando a mantener su calidad nutricional y sensorial.

Más allá de su precisión técnica, el secado por aspersión se consolida como un pilar fundamental de las tecnologías verdes y de la economía circular. En un escenario de crisis climática, su implementación no es solo una elección industrial, sino una necesidad para mitigar el impacto ambiental, ya que esta tecnología permite una gestión inteligente de los recursos naturales, transformando la manera en que producimos y consumimos desechos.

Rescatando el valor de la naturaleza

Muchas de las frutas y verduras que disfrutamos comer son consideradas muy perecederas una vez que las cosechamos. Esto quiere decir que sus nutrientes, como vitaminas, antioxidantes, proteínas y otros, empiezan a deteriorarse rápidamente por la humedad, la luz y el oxígeno (Saikia et al., 2015).

Las infusiones de hojas de Agave son verdaderos tesoros de metabolitos secundarios, en particular compuestos fenólicos, flavonoides y saponinas (Galindo-Vargas et al., 2025). Estos componentes no solo otorgan identidad sensorial a la planta, sino que también poseen una elevada capacidad de absorción de radicales de oxígeno, lo que les permite neutralizar el estrés oxidativo en el organismo humano (Saikia et al., 2015). Esta misma potencia es su mayor debilidad al ser moléculas altamente hidrosolubles y termolábiles, su bioactividad se desploma durante una exposición prolongada al medio ambiente.

Microencapsulación: un escudo microscópico

El secado por aspersión nos permite transformar jugos de frutas, vegetales o infusiones de plantas en polvos estables, ¡una genial manera de conservar y disfrutar estos alimentos en cualquier lugar! Además, no solo ayuda a detener su deterioro, sino que

también hace que sea mucho más fácil medir y usar en regiones donde los productos frescos son difíciles de conseguir. Este método no solo es una forma inteligente de conservar, sino también una verdadera ayuda al encapsular los beneficios de las plantas en polvo, manteniendo su capacidad antioxidante y ayudándonos a cuidarnos mejor.

Una de las aplicaciones más fascinantes es la microencapsulación. Este proceso consiste en rodear un compuesto activo con un material protector encapsulante, como proteínas o carbohidratos, formando microcápsulas que lo aíslan del entorno. Protección total: estas cápsulas actúan como escudo contra agentes externos que oxidan el alimento. Destacan algunas propiedades en el uso de agentes encapsulantes como:

- Aliados de la salud: los antioxidantes son protectores naturales que neutralizan los radicales libres en nuestro cuerpo.
- Efecto metabólico: al estar protegidos, estos compuestos pueden llegar al sistema digestivo y actuar como enzimas. Por ejemplo, inhiben la enzima α -glucosidasa, una enzima clave en el procedimiento de los azúcares en el intestino.

Dentro de la industria de los agentes encapsulantes, el colágeno hidrolizado se ha consolidado como uno de los de mayor rendimiento y versatilidad. Gracias a su excelente capacidad filmógena y propiedades emulsificantes, el colágeno crea una barrera estructural superior que protege los nutrientes contra la oxidación, mejorando su biodisponibilidad.

El poder del *Agave* en un polvito mágico

Actualmente se realiza una investigación en diferentes especies de *Agave*, mediante el secado por aspersión, se encapsulan metabolitos secundarios presentes en la infusión de hojas de *Agave salmiana* (Juárez-Niño & Soto-Castro, 2025). La microencapsulación de los metabolitos se realiza en un secado por aspersión utilizando colágeno hidrolizado como agente encapsulante, que actúa como vehículo inteligente que no altera el perfil sensorial del producto, permitiendo que los compuestos sensibles preserven su eficacia terapéutica por más tiempo. Los polvos obtenidos presentan una actividad antioxidante para mitigar el estrés oxidativo celular, si no también propiedades hipoglucemiantes significativas, similares a las de fármacos como la acarbosa (ver figura 1).

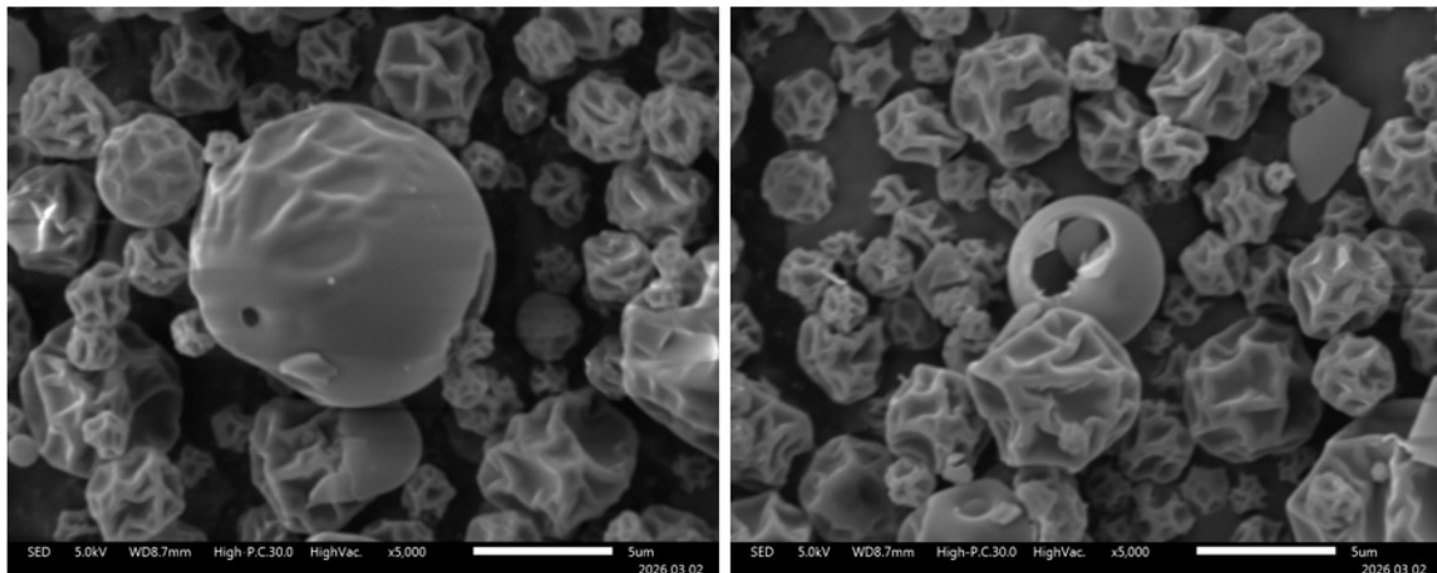


Figura 1. Microscopias de polvos microencapsulados de *Agave salmiana* a 5000x por medio de SEM. CIIDIR-IPN OAXACA.

Su mecanismo principal es la inhibición de la enzima α -glucosidasa en el intestino. Al reducir la actividad de esta hidrolasa, se ralentiza la conversión de carbohidratos complejos en glucosa libre, lo que permite modular la cinética de absorción de azúcares y atenuar la hiperglucemia posprandial, evitando picos de glucosa en el torrente sanguíneo (Aranda-Ventura et al., 2023).

La transformación de la infusión en polvos constituye un método de estandarización y dosificación, ya que, a diferencia de infusiones líquidas tradicionales, la concentración de fitocompuestos puede variar, el polvo obtenido permite una cuantificación precisa de los prin-

cipios activos de la infusión necesarios para alcanzar el efecto inhibitorio de la enzima α -glucosidasa y propiedades antioxidantes. Así, la unión entre la precisión del secado por aspersión y la incorporación del colágeno hidrolizado como agente encapsulante garantiza polvos de alta densidad nutricional, listos para enfrentar los retos del suministro del mundo que viene.

Sostenibilidad y el mundo que viene

En un contexto de emergencia climática, la preservación a largo plazo de bebidas, jugos o té se convierte en una estrategia vital para la seguridad alimentaria. Esta tecnología no solo extiende la vida útil de los productos, sino que también permite aprovechar de manera sistemática subproductos agroindustriales y extractos naturales que, de otro modo, se convertirían en desechos contaminantes. Al integrar estos elementos en la cadena de valor, se contribuye directamente a los modelos de tecnologías verdes y a la transición hacia una economía circular.

Convertir productos frescos en polvos nutritivos nos permite reducir residuos orgánicos, ahorrar agua y energía en el transporte, y asegurar que los beneficios de las frutas, plantas o vegetales estén disponibles para todos en cualquier momento.

La transformación de productos frescos en polvos nutritivos es una pieza clave para alcanzar los objetivos de la agenda 2030, especialmente el ODS 12 (Producción y consu-

mo responsables), permitiendo la reducción de residuos orgánicos y minimizando el desperdicio de alimentos en las etapas de postcosecha y distribución. Una eficiencia logística, al eliminar el peso y volumen del agua, reduce drásticamente el consumo de energía y las emisiones de carbono durante el transporte y la conservación de recursos, optimizando el uso del agua y la energía en comparación con las cadenas de frío tradicionales.

Asegurar que las propiedades de frutas, plantas y vegetales estén disponibles para todos en cualquier momento no es solo una ventaja comercial; es una necesidad ecológica para construir un sistema alimentario resiliente que respete los límites planetarios.

Conclusión

El futuro es seco, no es simplemente un cambio de estado físico, sino una revolución en la ingeniería de los alimentos. El secado por aspersión se consolida como la tecnología definitiva para cerrar la brecha entre la riqueza biológica de la naturaleza y las exigencias de la industria moderna.

Al transformar infusiones y jugos en polvos microencapsulados, no solo estamos eliminando el agua, sino también construyendo sistemas de liberación controlada. El caso de éxito del agave salmiana demuestra que, mediante un proceso adecuado de secado por aspersión, es posible atrapar compuestos extremadamente sensibles, como los inhibidores de la enzima α -glucosidasa, así como mantenerlos biológicamente activos hasta el momento de su consumo.

El secado por aspersión es el arte de convertir lo efímero en estable. Capturar la esencia de una planta en un grano de polvo no es solo un avance técnico; es la estrategia que permitirá que los beneficios de nuestra biodiversidad estén disponibles en cualquier rincón del mundo, de forma segura, eficiente y, sobre todo, estandarizada.

Referencias bibliográficas

- Aranda-Ventura, J.A., González-Aspajo, G., & Villacrés-Vallejo, J. Y. (2023). Inhibición de la enzima alfa glucosidasa por los extractos etanólicos de canela y clavo de olor para el desarrollo de nuevos agentes terapéuticos Inhibition of alpha-glucosidase enzyme by ethanolic extracts of cinnamon and clove for the development. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 8(4), 6-11.
- Galindo-Vargas, N., García-Sánchez, E., Juárez-Niño, E. D., Santiago-García, P. A., & Soto-Castro, D. (2025). First approach to unveiling the antidiabetic potential of agave potatorium: α -glucosidase inhibition and phytochemistry. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 69(2), 496-504. <https://doi.org/10.29356/jmcs.v69i2.2258>
- Gil Garzón, M. A., Alzate Tamayo, L. M., Sánchez Camarago, A. del P., Millán Cardona, L de J., (2011). Secado por aspersión: una alternativa para la conservación de los compuestos bioactivos y aromáticos del extracto de ajo (*Allium sativum* L.). *Revista Lasallista de investigación*, 8 (2), 40-52. ISSN 1794-4449.
- Juárez-Niño, E. D., & Soto-Castro, D. (2025). Agave leaves as an alternative source of antioxidant and hypoglycemic metabolites through α -glucosidase enzyme inhibition. *Waste and Biomass Valorization*. <https://doi.org/10.1007/s12649-025-02924-x>
- Saikia, S., Mahnot, N. K., & Mahanta, C. L. (2015). Optimisation of phenolic extraction from Averrhoa carambola pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying. *Food Chemistry*, 171, 144-152. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.064>

Sobre los autores

Ing. Kenia Robles Cruz: Estudiante de Maestría en Ciencias del Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca, interesada en la investigación científica y la ingeniería en alimentos. Email: kroblesc2400@alumno.ipn.mx.

Dra. Delia Soto Castro: Investigadora por México, adscrita al Instituto Politécnico Nacional, con una línea de investigación que se centra en extractos con actividad antidiabética y polímeros con capacidad para acarrear fármacos. Email: dsotoc@ipn.mx.

