

» SEMILLAS SINTÉTICAS

El campo del futuro

EDDY DE JESÚS MORALES MIS Y JULIA DEL SOCORRO CANO SOSA

En las plantas, el resultado de la polinización y la fecundación es la formación de la semilla; por tanto, ésta es consecuencia de la reproducción sexual en las plantas, ya que a partir de ella se formará la futura planta.

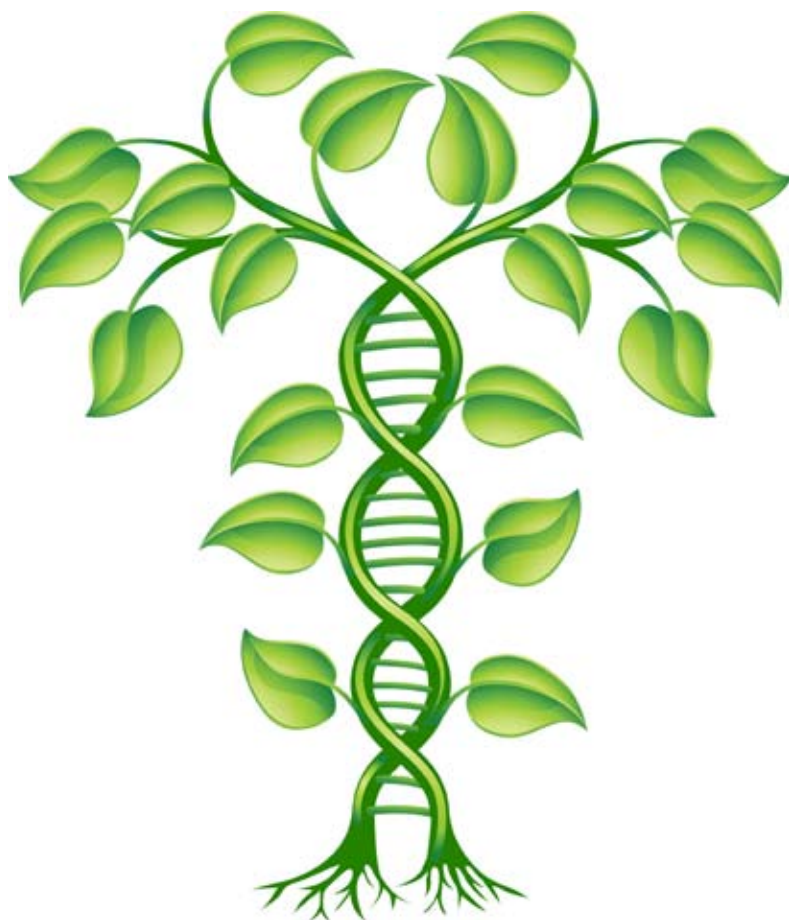
La semilla es generadora de vida, pues, por un lado, contiene reservas suficientes de nutrientes, y por otro, tiene la capacidad de absorber el agua circundante, ambas funciones que darán lugar a la germinación de la planta, logrando que emerja la raíz; después empieza a desarrollarse el tallo, aparecen los cotiledones y se forma la llamada plántula.



Desde tiempos inmemorables nuestros ancestros han dependido de los frutos y semillas silvestres de muchas plantas, primordialmente, para alimentarse; así, las semillas sostienen y protegen la vida, proporcionando alimento tanto a la humanidad como a los animales; son, además, la materia prima para la elaboración de gran cantidad de productos empleados por el hombre; son la riqueza y futuro de nuevas generaciones.

De manera natural, las semillas poseen una reserva alimenticia llamada endospermo, la cual proporciona carbohidratos y nutrientes que favorecen la germinación, sin embargo, algunas plantas cuentan con poco o casi inexistente endospermo, por lo cual tienen largos periodos de germinación, y sus semillas

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UNA SEMILLA SINTÉTICA.



La tecnología de la producción de las semillas sintéticas permite que plantas maderables, ornamentales o forrajeras con bajos porcentajes de germinación puedan obtenerse en periodos cortos

son muy pequeñas o necesitan asociarse con hongos para su alimentación, como las orquídeas; debido a esto, entre los productores y los investigadores ha surgido la necesidad de encontrar sistemas de multiplicación de plantas capaces de llevar a cabo las funciones de una semilla para apoyar su desarrollo, y se ha encontrado que la semilla sintética es una solución para este problema.

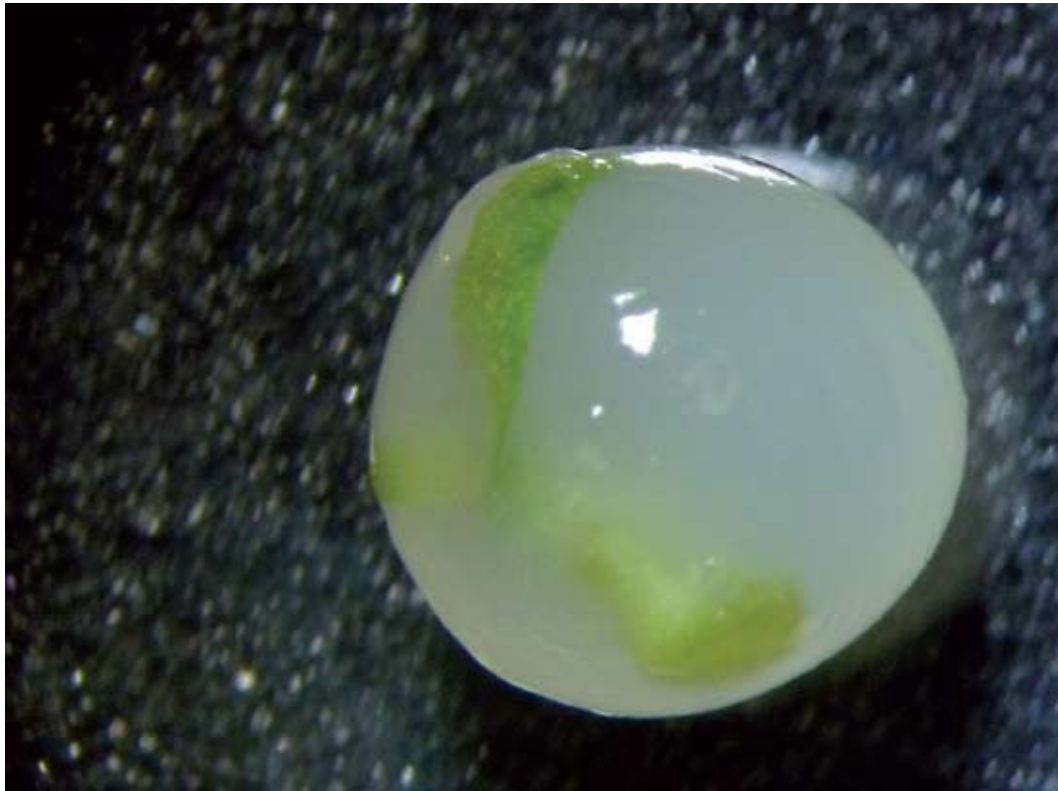
El término *semilla sintética* describe, generalmente, a un embrión somático,¹ encapsulado con una cubierta que lo protege del ambiente, aunque también se puede encapsular otros tipos de explantes,² y su propagación puede ser con fines comerciales o de conservación.

Durante la propagación vegetativa de plantas, es decir, una multiplicación a partir de tejidos vegetales como bulbos, segmentos de tallo, etc., la semilla sintética puede permitir la siembra directa de variedades de plantas, así como proveer de un medio para su mantenimiento; de esta manera, la semilla sintética puede convertirse en una tecnología que posibilite el escalamiento extensivo requerido para la producción comercial de especies de interés, incluso, con altos porcentajes de germinación, como el caso de semillas sintéticas de caña de azúcar germinadas en campo, en 2003.¹

QUÉ SON LAS SEMILLAS SINTÉTICAS

Los primeros indicios de propagación mediante semilla artificial se reportaron en cultivos de plantas como alfalfa y caña de azúcar; actualmente, los sistemas

- I. Estructura similar a un embrión, pero formada a partir de una célula que es parte de los tejidos y órganos de un ser vivo, es decir, no es producto de reproducción sexual.
- II. Semillas, tejido, células, plantas o material genético que se conserva para perpetuar una especie.



>> **FIGURA 1.** Semilla sintética, donde podemos observar una plántula encapsulada mediante la técnica de goteo, se aprecia el endospermo artificial formado por alginato de calcio que rodea la planta.

de producción de semillas artificiales han progresado sustancialmente en esta área, y son los más avanzados en lo referente a dirigir la siembra en condiciones *ex vitro* o de campo, obteniendo altos porcentajes de germinación hasta convertirse en planta completa.²

A diferencia de las semillas naturales, las sintéticas –también denominadas semillas artificiales o clonales– son estructuras vegetales de origen normalmente asexual, que constan, básicamente, de un embrión encapsulado en un endospermo artificial, formado por alginato de sodio y cloruro de calcio.

Generalmente, la técnica de formación de semillas sintéticas consiste en tomar una gota de una disolución de alginato de sodio, que contiene el material vegetal destinado a encapsularse, y agregarla a una solución de sal de calcio, lo que da como resultado una estructura de forma esférica y blanquecina (figura 1).

Mediante la producción de semillas sintéticas se puede contribuir a la conservación del germoplasma^{III} de muchas especies vegetales, y garantizar su constitución genética, con lo cual se preserva las caracte-



En la actualidad, el germoplasma de muchas especies vegetales se está perdiendo, por lo que el avance en la producción de la semilla sintética representa una alternativa viable de conservación

rísticas que podrían ser fuente de resistencia, calidad nutritiva y adaptabilidad, así como genes desconocidos que, en un futuro no muy lejano, puedan ser valiosos.

ENCAPSULACIÓN

El recubrimiento de una semilla artificial, además de brindar protección a la planta contra daños mecánicos, debe ser lo suficientemente blando para que, al germinar, pueda romper la cubierta y salir. Los hidrogeles o matrices poliméricas que recubren el material vegetal encapsulado deben también ser capaces de retener los nutrientes con los que éste se alimenta; más aún,

III. Tejido o sección de una planta que se utiliza para multiplicarla.

SEMILLAS SINTÉTICAS

FIGURA 2.
PROCESO DE ENCAPSULACIÓN Y PRODUCCIÓN
DE LAS SEMILLAS SINTÉTICAS.



FIGURA 3.
FORMACIÓN NATURAL DE UNA PLANTA



deben permitir el intercambio gaseoso resultante de la respiración del embrión, es decir, la difusión del oxígeno hacia el interior y del CO₂ hacia el exterior.

En la actualidad se utiliza un material llamado alginato como recubrimiento para diversos usos, pues sus gránulos ofrecen la ventaja de no ser tóxicos, además de ser incapaces de abrirse en entornos ácidos, mientras que sí lo hacen con facilidad en entornos alcalinos. El alginato se emplea, principalmente, como matriz de captura para las células y enzimas, así como para aditivos nutraceuticos (suplementos alimenticios encapsulados) y alimentarios.

De igual forma, el alginato es uno de los polímeros más utilizados en los procesos de encapsulación de semilla sintética,² pues es un polímero natural que forma parte de la pared celular de las algas cafées (*Phaeophyceae*). Por ello, el proceso de encapsulamiento con base en estos compuestos químicos suministra una protección adecuada para el tejido vegetal, gracias a que posee una dureza idónea (figuras 2 y 3). A pesar de que el proceso de encapsulación o formación de semillas sintéticas depende mucho de las propiedades químicas de los alginatos, es sorprendente ver la forma como se producen las semillas sintéticas, mediante estructuras, generalmente, esféricas.

APLICACIONES

La tecnología de la semilla sintética tiene muchas aplicaciones, por ejemplo, en especies de difícil propagación como las orquídeas, las cuales pueden ser producidas en masa; o en especies susceptibles a enfermedades, como la papa, ya que pueden crecer libres de virus y otros patógenos al utilizar la micropropagación y la tecnología de la semilla sintética. Además, esta tecnología provee un método de almacenamiento de germoplasma, transporte y utilización de poblaciones vegetales clonales. En suma, la producción de semillas sintéticas ofrece múltiples beneficios sobre la calidad y almacenamiento de las plantas.³

La producción de semillas sintéticas se erige como una estrategia viable de conservación de plantas, para fines de preservación del material genético de innumerables especies vegetales, evitando la pérdida de muchos recursos naturales. Con este sistema, plantas con características deseables pueden ser propagadas, y algunas semillas se pueden sembrar directamente en el campo, manteniendo la uniformidad genética; asimismo, pueden ser almacenadas por largos periodos, reduciendo los costos de producción en comparación con los métodos tradicionales de propagación.

La semilla sintética facilita el manejo, transporte y preservación de muchas especies vegetales, contribuyendo al rescate de la biodiversidad

UNA ESTRATEGIA VIABLE

La tecnología de las semillas sintéticas ha demostrado ser una estrategia viable para la conservación del germoplasma de plantas, y puede tener múltiples aplicaciones tanto científicas como industriales, permitiendo el manejo de los recursos naturales de forma sustentable. Un desafío científico sería encontrar nuevas matrices para encapsular, adicionando nutrientes o sustancias que permitan la germinación de las plántulas, así como obtener plantas libres de patógenos. Así pues, continúa el avance de las técnicas de encapsulación y el potencial para el proceso del encapsulamiento es ya amplio, por lo que es recomendable encontrar nuevas aplicaciones. ●

REFERENCIAS

1. N. Nieves, Y. Zambrano, R. Tapi, M. Cid, D. Pina and R. Castillo. "Field Performance of Artificial Seed-Derived Sugarcane Plants. 2003.
2. P. Cartes, H. Castellanos, D. Ríos, K Sáenz, S. Spiercolli y M. Sánchez. "Encapsulated Somatic Embryos and Zygotic Embryos for Obtaining Artificial Seeds of Rauli-Beech (*Nothofagus alpine*)" *Chilenian Journal of Agricultural Research* 69, 1, (January-March 2009): 112-118.
3. W. Wang, X. Liu, Y. Xie, H. Zhang, W. Yu, Y. Xiong, W. Xie and X. Ma. "Microencapsulation Using Natural Polysaccharides for Drug Delivery and Cell Implantation". *Journal of Materials Chemistry*, 16, (2006): 3252-3267 [This journal is of The Royal Society of Chemistry].
4. J. Porter. *Analysis of Tomato Synthetic Seeds for the Development of an Optimized Encapsulation System*. Thesis of Master of Science in Horticulture. Davis College of Agriculture, Forestry and Consumer Sciences at West Virginia University, 2008.
5. K. Redenbaugh. *Synseeds: Application of Synthetic Seeds to Crop Improvement*. Florida: CRC Press, 1993.

Eddy de Jesús Morales

Mis es licenciado en Biología por la Universidad Autónoma de Yucatán. Actualmente es estudiante de la maestría en Ciencias de la floricultura (Mejoramiento genético vegetal), en el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C. (CIATEJ), Unidad Sureste.

Julia del Socorro Cano

Sosa es doctora por el Centro de Investigación Científica de Yucatán. Actualmente es investigador asociado C y docente de la maestría en Ciencias de la floricultura del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y diseño del Estado de Jalisco A. C. (CIATEJ), unidad Sureste. Su línea actual de investigación se basa en propagación de plantas ornamentales y plantas bajo protección.