



Biognosis, 2024. 1 (3), 8-19.

<https://doi.org/10.29267/biognosis.2024.1.3.8-19>



## Importancia de la conservación de especies de plantas: Creación del banco de germoplasma en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, México

## Importance of the plant species conservation: Establishment of the germplasm bank at the Autonomous University of Aguascalientes, Mexico

Lucía Isabel Chávez-Ortiz<sup>1</sup>, Eugenio Pérez-Molphe-Balch<sup>1</sup>,  
Laura María de Lourdes de la Rosa-Carrillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Biotecnología Vegetal, Departamento de Química, Centro de Ciencias Básicas Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México.

Historial del artículo:

Recibido: 28 Mayo 2024 / Recibido en forma revisada: 15 Junio 2024 / Aceptado: 1 Julio 2024 / Publicado online: 10 Julio 2024.



## **“El banco de germoplasma es un lugar destinado para la conservación de la diversidad genética por muchos años”**

### **Resumen**

La conservación de la biodiversidad, incluyendo a las plantas, debe ser prioritaria por la importancia intrínseca que poseen todos los seres vivos. Desde el punto de vista antropocéntrico y utilitario es evidente el interés de preservar las especies vegetales de las cuáles se obtienen diversos productos. Sin embargo, existen especies poco estudiadas que actualmente no tienen ningún uso y que en un futuro podría descubrirse que producen algún compuesto beneficioso o que poseen algún gen de utilidad para la sociedad. De ahí la relevancia de conservar a todas las especies vegetales. Lo ideal es preservar a las especies en conjunto con los ecosistemas a los que pertenecen, pero ante la incesante destrucción de áreas naturales es necesario complementar con otras estrategias de conservación. Una estrategia es la creación de bancos de germoplasma *in vitro*, esto es, resguardar ejemplares de cada especie en cultivos *in vitro*, salvaguardándolas no solo de la sobreexplotación y de la destrucción de su hábitat, sino de condiciones ambientales cambiantes y adversas, e incluso de catástrofes naturales.

**Palabras clave:** bancos de germoplasma, conservación, cultivo de tejidos vegetales *in vitro*.

La biotecnología vegetal comprende técnicas y metodologías que se aplican a las plantas, células o tejidos vegetales, o a procesos biológicos que ocurren en las plantas para obtener algún bien o servicio; esta definición vincula a la biotecnología vegetal con el aprovechamiento comercial de las plantas. Sin embargo, estas tecnologías se pueden aplicar a esquemas de conservación desde diferentes aspectos, uno de los cuales es el resguardo de especies vegetales en bancos de germoplasma *in vitro*.

### **Abstract**

Biodiversity conservation, including plants, must be a priority due to the intrinsic importance of all living beings. From an anthropocentric and utilitarian point of view, there is an evident interest to conserve plant species from which different products are obtained. Nevertheless, there are less studied species that nowadays do not have any proven utility, but in the future, could be discovered to produce useful compounds for society or to contain helpful genes. Hence the importance of conserving all plant species. Ideally, the aim should not be to preserve individual species, but the entire ecosystems where they belong. However, due to the unceasing destruction of natural areas, it is necessary to complement with other conservation strategies. One of them is the creation of *in vitro* plant germplasm, in other words, to keep specimens of each species in *in vitro* cultures, guarding them not only from overexploitation and habitat destruction, but also from changing and adverse environmental conditions, and even natural disasters.

**Key words:** germplasm banks, conservation, plant *in vitro* cultures.

## ¿Por qué es importante la conservación de las especies vegetales?

Las plantas forman parte de todos los ecosistemas terrestres; mediante la fotosíntesis convierten compuestos inorgánicos en compuestos orgánicos, y en este proceso liberan oxígeno como subproducto; en otras palabras, son organismos productores y el primer eslabón de las cadenas alimenticias. Además, las plantas cumplen otras funciones como el evitar la erosión del suelo, proporcionar sombra y refugio a otros organismos (animales, sí; pero también a otras plantas), regular la temperatura de su microambiente, incrementar la captación de agua y purificar el aire (Pimienta-Barrios *et al.*, 2014). Cada especie vegetal está relacionada de manera única y específica con muchas otras especies de plantas, animales, hongos, bacterias y protozoarios, tejiendo complejas y delicadas redes ecológicas; si se extingue una especie vegetal, todos los organismos con los que está vinculada se verán afectados.

Ahora, desde el punto de vista antropocéntrico, resulta obvio que a las plantas les debemos todo (Figura 1).



**Figura 1.** Algunos productos que obtenemos a partir de las plantas.

**Figure 1.** Some products obtained from plants.

Las plantas tienen una asombrosa cantidad de compuestos que la humanidad ha usado desde hace miles de años con diferentes propósitos: colorantes, saborizantes, medicamentos, entre muchos otros. Justo la obtención de medicamentos es un aspecto

muy relevante. Se calcula que unas 26,000 plantas han sido utilizadas por la humanidad con fines medicinales. Hoy en día aproximadamente el 25% de los medicamentos de patente, esos que vamos a comprar a una farmacia, se obtienen a partir de plantas; y muchos otros medicamentos que se obtienen por procesos químicos requieren compuestos precursores de origen vegetal (Linhares *et al.*, 2022).

Hay un sinfín de ejemplos, uno en particular es el del taxol, compuesto que se descubrió en la corteza del árbol del tejo (*Taxus brevifolia*) y se usa en el tratamiento de cáncer de mama, ovario y pulmón. Sin embargo, la sobreexplotación de este árbol para obtener el medicamento lo llevó al borde de la extinción. Eventualmente, se descubrió que en realidad el taxol es producido por un hongo simbiote del tejo, *Taxomyces andreanae* (Linhares *et al.*, 2022), pero, a fin de cuentas, si se hubiese desaparecido el tejo, también se hubiese perdido el hongo.

Pero no solo la industria farmacéutica hace uso de compuestos de origen vegetal; hay una gran cantidad de aplicaciones para las maravillosas moléculas fabricadas por las plantas, por ejemplo, enzimas que se emplean desde la elaboración de alimentos y bebidas hasta la producción de biocombustibles o en la degradación de compuestos contaminantes. Y no solo se puede hacer uso de los compuestos que producen las plantas, sino también de sus genes; gracias a la ingeniería genética, se puede tomar un gen de una especie e introducirlo en el genoma de otra.

Las plantas que viven en ambientes áridos, como las cactáceas, tienen genes que les permiten resistir baja disponibilidad de agua. La ingeniería genética puede hacer uso de los genes de las cactáceas e insertarlos a plantas de interés agrícola, como el maíz, para cultivarlas en condiciones no favorables y mantener la producción frente al cambio climático, la escasez de agua y la desertificación, entre otros retos. También es posible tomar genes de resistencia a alguna enfermedad o plaga de una planta silvestre y colocarlos en una planta de interés agrícola.

Lo más fascinante de todo es que las plantas guardan muchas sorpresas, y aún quedan muchos compuestos y genes por descubrir, sobre todo en especies vegetales que han sido poco o nada estudiadas. Por todo esto, es crucial conservar a todas las especies vegetales, pues no sabemos si plantas a las que hasta ahora no les hemos encontrado ningún uso, en un futuro podrían contener la clave para curar alguna enfermedad, combatir plagas de nuestros cultivos o proveer de biomateriales innovadores y sustentables.

## **El papel de los bancos de germoplasma en la conservación**

Una de las soluciones para la conservación de ecosistemas completos y no especies individuales es la creación de Áreas Naturales Protegidas, que constituyen una estrategia de lo que se conoce como conservación *in situ* (en el mismo lugar). Desafortunadamente la presión sobre los ecosistemas naturales no cede, incluso sobre las Áreas Protegidas. La deforestación para abrir nuevas tierras para la agricultura y la ganadería, construir carreteras, vías férreas, minería, agrandar asentamientos humanos y zonas turísticas son una tragedia cotidiana, y está poniendo en peligro de extinción a un enorme número de

especies; la tala selectiva y la colecta ilegal de plantas también pone a muchas de ellas en riesgo de desaparecer. Por lo tanto, las estrategias de conservación *in situ* no pueden garantizar la conservación de todas las especies, lo que ha llevado a utilizar otras estrategias complementarias de conservación *ex situ* (fuera del lugar), es decir, resguardando algunos ejemplares fuera de su hábitat natural para incrementar sus probabilidades de supervivencia.

Algunas de las estrategias de conservación *ex situ* son las colecciones y los jardines botánicos (Figura 2), que además, favorecen a actividades de difusión y educación al permitir que las personas conozcan y admiren a las plantas. Sin embargo, esta estrategia requiere de instalaciones adecuadas en cuanto a tamaño, iluminación, temperatura y otros factores que emulen el ambiente natural de las especies vegetales. Además, hay un límite respecto al número de individuos que pueden contener, especialmente tratándose de plantas de gran tamaño.



**Figura 2.** Jardín Árido de la Unidad de Biotecnología Vegetal de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA).

**Figure 2.** Arid Garden, Plant Biotechnology Unit, UAA.

Otra opción son los bancos de semillas, muy utilizados sobre todo para especies de uso agrícola. En ellos las semillas se colectan, se registran y se preparan para su almacenamiento en condiciones adecuadas para que mantengan su viabilidad. Sin embargo, hay semillas que se denominan recalcitrantes, que no toleran la deshidratación ni el frío, y su almacenamiento a largo plazo es muy complicado y poco factible.

Y aquí es donde entra la biotecnología vegetal.



## Bancos de germoplasma *in vitro*

Un banco de germoplasma es una colección de individuos de una o más especies que se mantienen en instalaciones en condiciones apropiadas, donde son resguardadas de cambios ambientales de origen natural o antropogénico, con el fin de preservar su biodiversidad. Para comprender como se construye y mantiene un banco de germoplasma vegetal *in vitro* es necesario emplear las técnicas del cultivo de tejidos vegetales *in vitro* (CTV). El CTV permite mantener plantas completas, órganos o incluso tejidos vegetales en condiciones axénicas y controladas, dentro de recipientes que contienen medio de cultivo artificial con todos los nutrientes que requieren. Estos recipientes de cultivo y los propios tejidos vegetales se encuentran en condiciones estériles, pues todo se desinfecta para evitar la presencia de bacterias y hongos en estos cultivos; y se mantienen en cuartos de cultivo con condiciones de luz y temperatura controladas y constantes (Morales-Domínguez, 2022).

López-Escamilla y Martínez-Rendón (2024), en un excelente artículo en el primer número de esta revista, explicaron a detalle los aspectos básicos del CTV, así como el proceso de micropropagación, que consiste en producir muchas plántulas en poco tiempo. Se puede aplicar esta técnica a especies amenazadas para generar individuos que pueden ser cultivados y utilizados para fines comerciales, sin necesidad de tomar plantas silvestres de las áreas naturales (Figura 3). Así mismo, las vitroplantas pueden emplearse para reforestación o reintroducción a su hábitat natural. Esta técnica requiere no solo de las capacidades biotecnológicas, sino que debe acompañarse de conciencia ambiental, un marco jurídico adecuado y mecanismos que garanticen su cumplimiento.

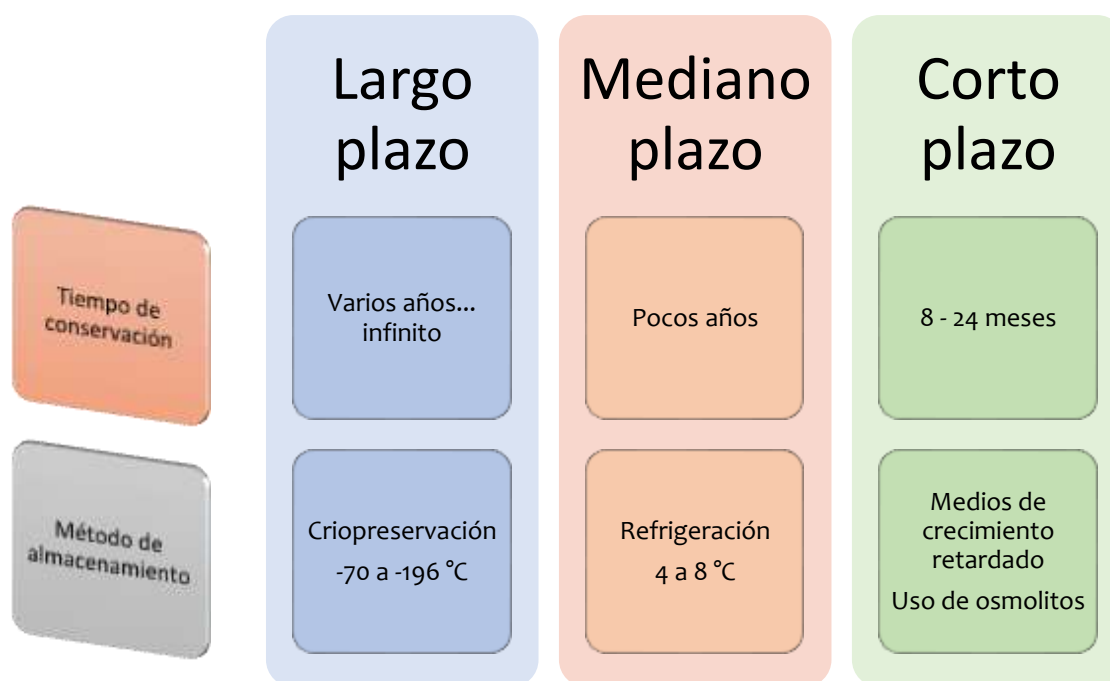


**Figura 3.** *Stenocactus crispatus* en medio para propagación (izquierda) y medio para crecimiento retardado (centro y derecha).

**Figure 3.** *Stenocactus crispatus* in propagation medium (left) and slow-growth medium (middle and right).

La enorme utilidad del proceso de micropropagación reside en lograr que las plantas generadas crezcan lo más rápido posible, para luego sacarlas de los recipientes de cultivo y transferirlas a suelo. En un banco de germoplasma el enfoque cambia por completo. El propósito no es producir cientos o miles de plantas, sino tener una colección de unos cuantos individuos de cada especie o variedad para resguardarlas, y así garantizar su conservación. La cantidad de individuos por especie protegidas en un banco de germoplasma dependerá en gran medida de la capacidad disponible en cuanto a infraestructura y personal encargado de dar mantenimiento al banco.

Las plantas que se mantienen en condiciones *in vitro* deben subcultivarse, esto consiste en transferirlas a un recipiente con medio fresco, lo que conlleva a un consumo de tiempo, dinero y esfuerzo. En un banco de germoplasma conviene que las vitroplantas no crezcan tan rápido para evitar los subcultivos frecuentes. Para retardar su crecimiento, se pueden almacenar las plantas a bajas temperaturas: en refrigeración (de 4 a 8 °C) o criopreservación (de -70 a -200 °C); de este modo se pueden conservar materiales por muchos años, en teoría indefinidamente, pero se requiere de infraestructura costosa (Figura 4).



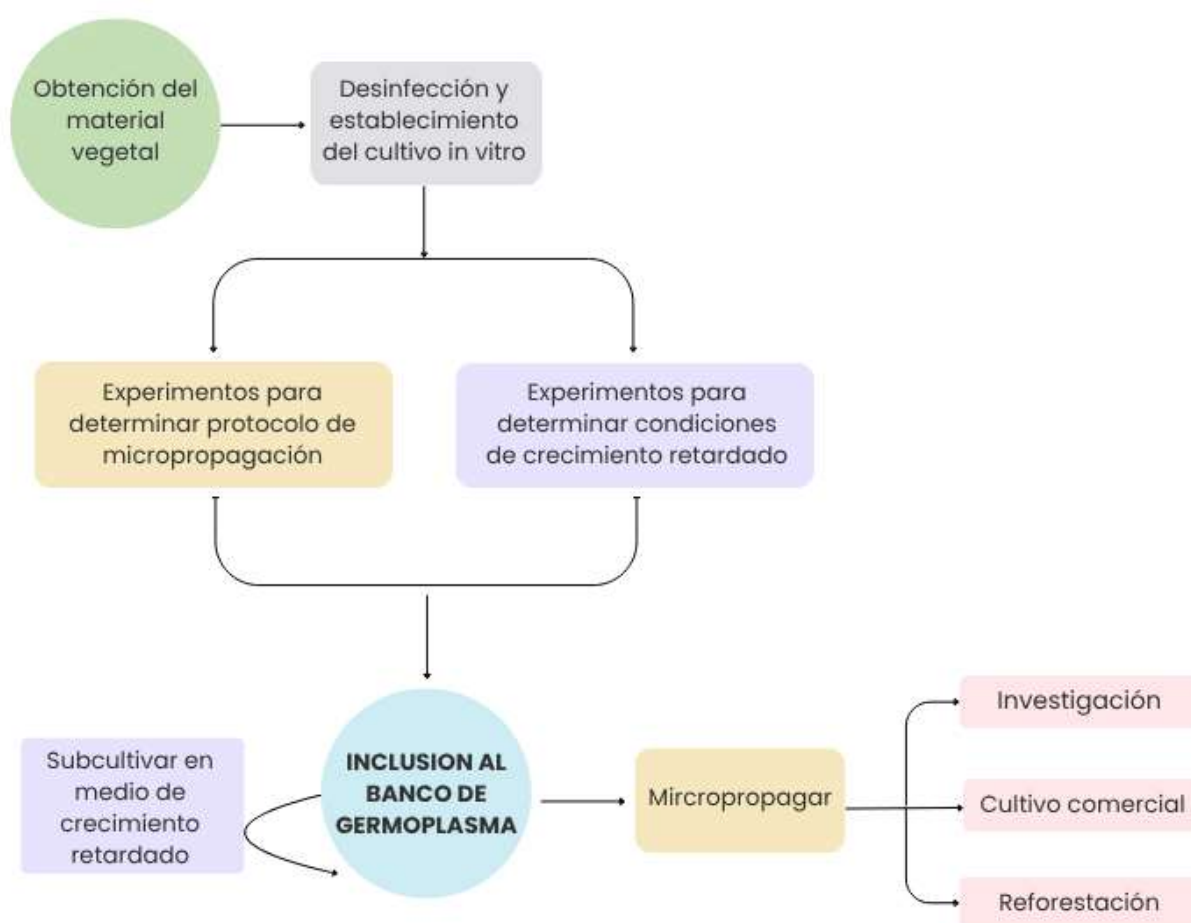
**Figura 4.** Esquema general de distintos tipos de bancos de germoplasma de acuerdo al método de almacenamiento. Se muestran los periodos de tiempo que pueden pasar las vitroplantas sin necesidad de subcultivarlas

**Figure 4.** General scheme of different types of germplasm banks according to their storage methodology. It shows time periods the plants can remain without subculturing.

Otra opción es agregar osmolitos al medio de cultivo, como manitol, sorbitol, polivinilpirrolidona (PVP) o polivinilpolipirrolidona (PVPP). El papel de estos compuestos es reducir la capacidad de las plantas de absorber el agua y los minerales del medio de

cultivo. En consecuencia, el crecimiento de las plantas es más lento, sin afectar su desarrollo y morfología (Figura 5). De este modo, la necesidad de subcultivarlas se hace mucho menos frecuente, lo que reduce el costo en mano de obra e insumos necesarios para la preparación de los medios de cultivo.

En un banco de germoplasma con condiciones de crecimiento retardado se pueden resguardar un gran número de especies vegetales en un espacio reducido. Por la naturaleza de los cultivos *in vitro*, estas plantas están libres de patógenos y plagas, y no se ven afectadas por las cambiantes condiciones del ambiente externo, ni por catástrofes naturales como sequías o heladas. Y si se hace necesario utilizar a los ejemplares del banco de germoplasma, por ejemplo, para reforestar un área natural, las vitroplantas se transfieren a un medio de cultivo estándar, sin osmolitos, en el que reanudan su crecimiento sin ningún problema (Figura 5).



**Figura 5.** Representación esquemática de la construcción de un banco de germoplasma *in vitro* y uso de las vitroplantas.

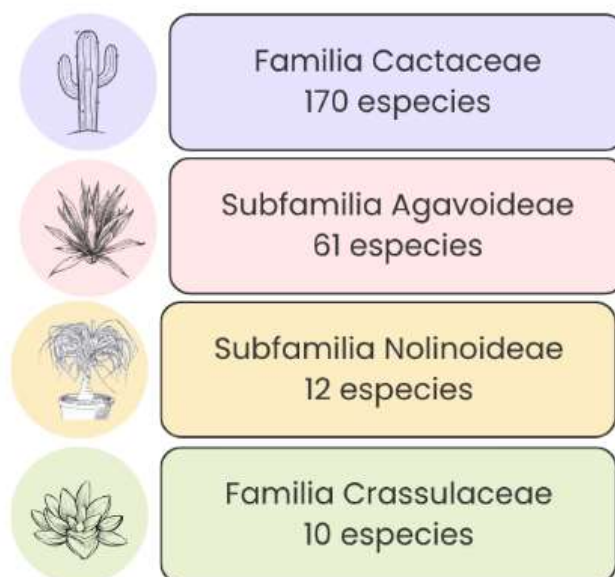
**Figure 5.** Schematic representation of the construction of an *in vitro* germplasm bank and the use of *in vitro* plants.



## El banco de germoplasma de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

La mitad del territorio mexicano son desiertos y semi-desiertos, y en ellos se encuentran especies vegetales adaptadas a las condiciones de estos hábitats (poca agua, altas temperaturas, alta irradiación solar). Además, muchas de las especies son endémicas y son un recurso muy valioso por sí mismas, por los genes que portan y por los compuestos que sintetizan. Y son nuestro patrimonio biológico.

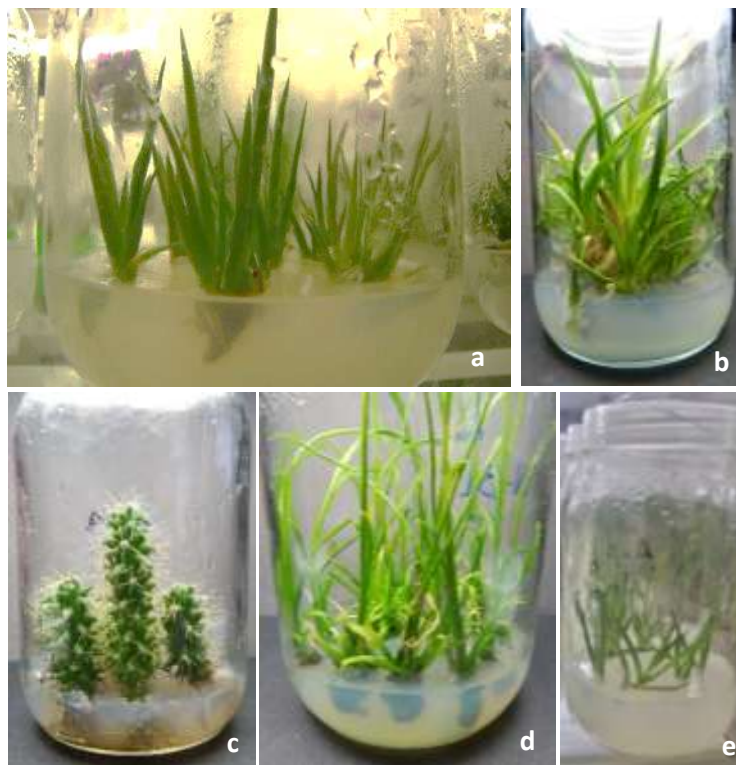
Hace alrededor de 35 años en la UAA se incursionó en el cultivo de tejidos vegetales, particularmente con cactáceas, agaves y otros grupos de plantas de zonas áridas. El material vegetal se fue acumulando y alrededor del año 2000 el Dr. Eugenio Pérez Molphe Balch sistematizó el registro, manejo y conservación de todo este acervo biológico para formar un banco de germoplasma, que actualmente cuenta con poco más de 250 especies (Figura 6).



**Figura 6.** Número de especies por familia o subfamilia que se conservan en la Unidad de Biotecnología Vegetal de la UAA.

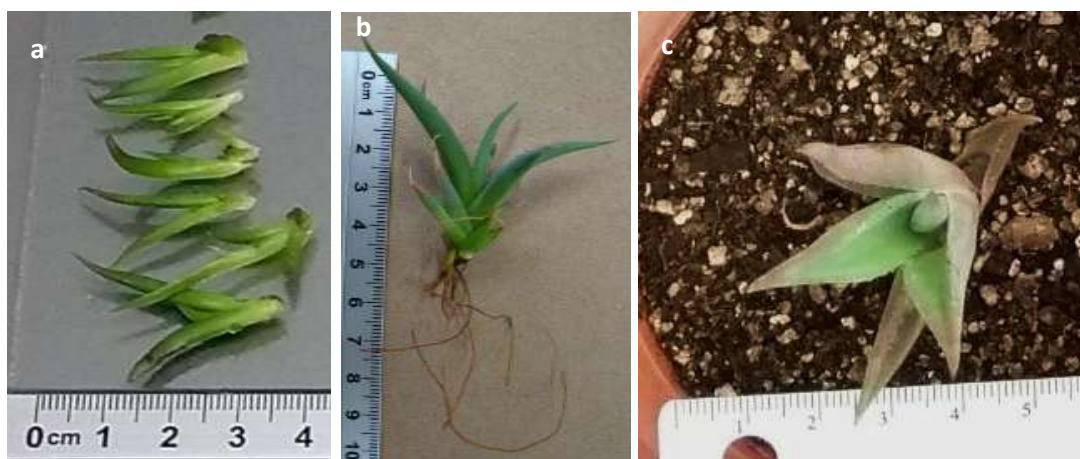
**Figure 6.** Number of species per family or subfamily conserved in the Plant Biotechnology Unit, UAA.

En estos 30 años han colaborado muchas personas: investigadoras e investigadores, técnicos de laboratorio y estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, pues la incorporación de una especie al banco de germoplasma requiere de mucho trabajo, desde obtener el material vegetal (ya sea semillas o plantas adultas), establecerlo *in vitro* y posteriormente realizar los experimentos pertinentes para determinar la composición del medio de cultivo para crecimiento retardado específico para cada especie (Figura 7). El material vegetal del banco de germoplasma está resguardado en condiciones óptimas y se puede hacer uso de estas plantas en proyectos de investigación, donaciones y campañas de reforestación (Figura 8), cuidando siempre de mantener un número mínimo de ejemplares en reserva.



**Figura 7.** Algunas especies resguardadas en el banco de germoplasma de la Unidad de Vegetal de la UAA: *Agave victoria-reginae* (a), *Yucca coahuilensis* (b), *Ferocactus flavovirens* (c), *Beaucarnea goldmanii* (d) y *Agave chiapensis* (e).

**Figure 7.** Some of the species included in the Germplasm Bank of the Plant Biotechnology Unit: *Agave victoria-reginae* (a), *Yucca coahuilensis* (b), *Ferocactus flavovirens* (c), *Beaucarnea goldmanii* (d) and *Agave chiapensis* (e).



**Figura 8.** *Agave guiengola* obtenido mediante propagación *in vitro*. Brotes (a), vitroplanta lista para su transferencia a suelo (b) y vitroplanta seis meses después de ser transferida a suelo (c).

**Figure 8.** *Agave guiengola* obtained by *in vitro* propagation. Shoots (a), vitroplant ready to be transferred to soil (b), and vitroplant six months after being transferred to soil (c).

## Conclusión

No se debe desistir en el esfuerzo por conservar ecosistemas completos; no obstante, es fundamental utilizar diferentes estrategias para garantizar la conservación de especies de manera individual. En el caso de las plantas, la biotecnología vegetal brinda las metodologías que permiten resguardar en bancos de germoplasma a las especies amenazadas. Otra forma en la que también contribuye a la conservación de manera indirecta es generando ejemplares *in vitro* mediante micropropagación, que pueden ser utilizados con fines comerciales, y evitando así el saqueo de las poblaciones naturales.

## Referencias

Linhares, Y., Kaganski, A., Agyare, C., Kurnaz, I. A., Neergheen, V., Kolodziejczyk, B., Kędra, M., Wahajuddin, M., El-Youssfi, L., dela Cruz, T. E., Baran, Y., Pešić, M., Shrestha, U., Bakiu, R., Allard, P. M., Rybtsov, S., Pieri, M., Siciliano, V., & Flores Bueso, Y. (2023). Biodiversity: The overlooked source of human health. *Trends in Molecular Medicine*, 29(3), 173–187. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2022.12.002>

López-Escamilla, A. L., & Martínez-Rendón, A. Y. (2024). Cultivando agaves de probeta. *Biognosis*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.29267/biognosis.2024.1.1.1>

Morales-Domínguez, J. F. (Comp.). (2022). *Algunas aplicaciones biotecnológicas en plantas y microalgas*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. <https://doi.org/10.33064/UAA/978-607-8834-70-9>

Pimienta-Barrios, E., Nobel, P. S., Robles-Murguía, C., Domínguez-Ortiz, R., & Ruiz-Gómez, J. (2014). Servicios ambientales de la vegetación en ecosistemas urbanos en el contexto del cambio climático. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(22), 28–39.



**Lucía Isabel Chávez Ortiz** (Primera autora y autora para correspondencia).

Correo: [isabel.chavezo@edu.uaa.mx](mailto:isabel.chavezo@edu.uaa.mx)

Egresada de la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Posteriormente realizó una Maestría en Ciencias y un Doctorado en Ciencias Biológicas, ambos en el área de Biotecnología Vegetal. Profesora de la UAA desde hace 22 años. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I; forma parte de la Unidad de Biotecnología Vegetal de la UAA, y actualmente trabaja con el desarrollo y optimización de protocolos de micropropagación de agaves. Colabora con otros miembros del grupo de investigación de la UBV en diversos proyectos que implican el cultivo de tejidos vegetales in vitro de otros grupos de plantas, como cactáceas y crasuláceas.



**Eugenio Pérez Molphe Balch**

Biólogo por la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Maestro en Ciencias en Biología Vegetal y Doctor en Ciencias en Biotecnología de Plantas por el CINVESTAV. Profesor investigador de la UAA desde 1992, y miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1995. Líder del Cuerpo Académico Consolidado “Biotecnología Vegetal”. Trabaja en la conservación y uso racional de las plantas nativas de las zonas áridas y semiáridas de México a través de la Biotecnología. Docente en las Licenciaturas en Biología y en Biotecnología, en la Maestría en Ciencias área de Biotecnología Vegetal y Doctorado en Ciencias Biológicas.



**Laura María de Lourdes de la Rosa Carrillo**

Licenciada en Ingeniería Bioquímica y Maestra en Ciencias en el área de Biotecnología Vegetal por la Universidad Autónoma de Aguascalientes, institución en la que se desempeña como profesor-investigador, adscrita al departamento de Química desde 1990. Su formación académica, además de impartir clases en programas de pregrado como Lic. en Biotecnología, Ingeniería Bioquímica y Químico Farmacéutico Biólogo, le ha permitido colaborar en proyectos de investigación relacionados con el cultivo in vitro de plantas, y con esto contribuir en la formación de estudiantes por medio de la asesoría de tesis, desarrollo de miniproyectos de investigación, entre otros.