

Sorprendente



Revista

Ciencia

y Naturaleza

Instrucciones para la clonación de plantas

Julieta Laguna Caraveo
Samia C. Juárez García
Jose I. Valenzuela Castillo

1177

Sorprendente

Instrucciones para la clonación de plantas

Cómo citar este artículo: Laguna-Caraveo J, Juárez-García S, Valenzuela-Castillo J. 2025. Instrucciones para la clonación de plantas. Revista Ciencia y Naturaleza (1177).





¿Clonar plantas? Es como sacar una copia pero igual de viva y bonita que la original

¿ Para qué sirve clonar plantas? La clonación de plantas es una actividad que llevamos haciendo desde hace mucho tiempo, con los esquejes en los jardines, los injertos de algunos frutales o, lo más reciente, el **cultivo de tejidos vegetales *in vitro*** cuyas siglas son CTViv que nos permite producir mejores plantas, libres de patógenos y en grandes cantidades dentro de laboratorios especiales.



Mediante el uso de la **agrobiotecnología**, la clonación de plantas sirve para conservar especies, regenerar poblaciones completas, hacer plantas más productivas para el campo y producir grandes cantidades de plantas en menor tiempo.



Así la clonación permite recuperar especies en peligro de extinción, producir plantas ornamentales (como orquídeas, plantas carnívoras, suculentas, anturios y cualquier otra planta que puedas imaginar), satisfacer la demanda de plantas agrícolas de alta productividad (que nos puedan dar de comer), con recursos más sustentables y menor impacto ambiental.

Llamarnos agrobiotecnólogos implica un conocimiento integral de los sistemas en el campo y las posibilidades de innovación en los laboratorios para satisfacer las nuevas demandas de la sociedad.

De esta manera, la clonación de plantas que tienen las mejores características aumenta la productividad agrícola y busca garantizar su sostenibilidad a largo plazo. Especialmente cuando nos enfrentamos a desafíos globales como el cambio climático y la seguridad alimentaria. Además, clonar plantas es una alternativa para salvar especies en peligro de extinción mediante un método práctico y rápido, o para generar plantas de ornato.





El uso del Cultivo de Tejidos Vegetales in vitro

Se compone de muchas técnicas que nos permite clonar plantas para estudiarlas, multiplicarlas o resguardarlas. En el contexto de producción, se usa para la generación a gran escala de plantas con características mejoradas, con alta calidad y con eficiencia productiva.

En los laboratorios de CT*Viv* es fundamental tener instrucciones, que al igual que en otras grandes empresas, pueden ser los Procedimientos Operativos Estándar (POEs). Son unos documentos detallados que explican cada etapa de los procesos y permiten estandarizar operaciones, minimizar errores y cumplir con los estándares regulatorios, asegurando resultados reproducibles, sostenibles y seguros.



Para un buen funcionamiento de los laboratorios de CT*Viv* es necesario que los POEs describan cada fase de los protocolos, como el establecimiento *in vitro* (que asegure la limpieza del material vegetal), la **micropropagación** (la clonación de las plantas o su rápida multiplicación, manteniéndolas libres de enfermedades) y la aclimatación (la preparación de las plantas para estar en macetas o irse al campo).



El uso del Cultivo de Tejidos Vegetales in vitro

De esta manera, si nos interesa clonar una planta que vemos en campos agrícolas, en nuestros jardines o en una expedición y la normativa regulatoria lo permite, salvaguardar una especie nativa, podemos tomar una sección de la planta de nuestro interés y clonarla dentro de un laboratorio agrobiotecnológico de CT Viv.



"Toda célula vegetal es capaz de regenerar una planta nueva"

Gottlieb Haberlandt



Figura 1. El alma de un laboratorio

El alma de un laboratorio

Un laboratorio con calidad, producción uniforme y la trazabilidad necesaria para sus operaciones y productos, requiere que sus POEs tengan cada detalle de cada etapa en sus procesos. Estos procesos usualmente están llenos de detalles necesarios y obtenidos por la experiencia, estudios y conocimiento por parte del personal capacitado y métricas que ayuden a disminuir los errores humanos.



Cuando hablamos del alma de un laboratorio nos referimos a la esencia que lo hace ser un buen laboratorio, lo que implica una cultura de mejora continua, capacidad competitiva como empresa en un entorno cambiante y que evoluciona constantemente. Esto especialmente en el sector agrobiotecnológico, que actualmente es un área en crecimiento para México y toda Latinoamérica.

Así los laboratorios de cultivo de tejidos vegetales *in vitro* y en general todos los del sector agrobiotecnológico son capaces de integrar tecnologías avanzadas y novedosas, buenas prácticas que ayuden a la optimización de recursos, reducción de riesgos asociados a contaminantes y resolución de fallos técnicos mediante la prevención.

Por lo anterior, los procedimientos para generar tecnología y productos como las plantas clonadas requieren de mucho apoyo, reconocimiento y participación de todos para darse a conocer, muchas veces se les ha llamado el futuro y hoy ya son el presente, un presente capaz de mejorar sustancialmente nuestro día a día.



Una empresa innovadora de agrobiotecnología necesita alinear objetivos estratégicos, producción y tecnología, un POE es capaz de unificar todo lo necesario.



Pero ¿qué hay en un laboratorio de cultivo in vitro?

Si pensamos “laboratorio” podemos imaginar equipos sofisticados que aparecen en películas de ciencia ficción o en aquella habitación que la escuela secundaria a la que tenemos que entrar con batas. Para un laboratorio de CTViv es similar, pero en estos se encuentran muchas plantitas jóvenes -por no decir bebés- y materiales muy limpios (axénicos).

Estos laboratorios, funcionan utilizando POEs que fomentan una cultura de innovación y excelencia, son laboratorios de referencia para el área agrobiotecnológica y básicamente son la esencia -o el alma- de las operaciones del laboratorio de CTViv. Para funcionar eficiente y controladamente necesitan de equipos especiales como la campana de flujo laminar o la autoclave, que se encargan de mantener el ambiente y las herramientas estériles durante la manipulación de los tejidos.



Las áreas de trabajo en estos laboratorios son específicas para todos los procedimientos, hay zonas con sensores, estantes para las plantitas, al menos un cuarto de cultivo, de incubación y de aclimatación, por mencionar algunos.

"La calidad nunca es un accidente, es siempre el resultado de un esfuerzo inteligente"
- John Ruskin



Estos laboratorios pueden comercializar sus productos y convertirse en lo que llamamos **Bioempresas o Biofábricas** cuyos enfoques se centran en productividad rentable a través de procesos biotecnológicos innovadores altamente estandarizados.



Las bioempresas utilizan sistemas de gestión integral que abarque no solo la producción, sino también la logística, distribución y comercialización de productos.

Por eso se dice que una bioempresa siempre basará sus procesos en tecnologías avanzadas, sistemas automatizados y métodos que controlen las condiciones ambientales, así como herramientas digitales para el monitoreo y análisis de datos para tener una producción de calidad.

Como se hace funcionar un laboratorio de cultivo in vitro para clonar plantas

El funcionamiento de un laboratorio de cultivo *in vitro* sigue los mismos lineamientos prácticamente en todo el mundo, siempre bajo estándares de calidad que permitan producir plantas sanas. México apenas comienza a industrializar este tipo de negocios.

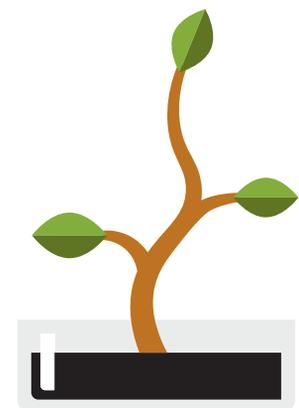
En la mayoría de los casos, los laboratorios mexicanos apenas iniciaron como laboratorios caseros y poco a poco se convirtieron en biofábricas, donde una estrategia para definir buenos procesos es la de la utilización de los PEOs que detallan cada paso a seguir durante los procesos de *micropropagación*.



Figura 2. Plantula *in vitro* regenerada a partir de una sección de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

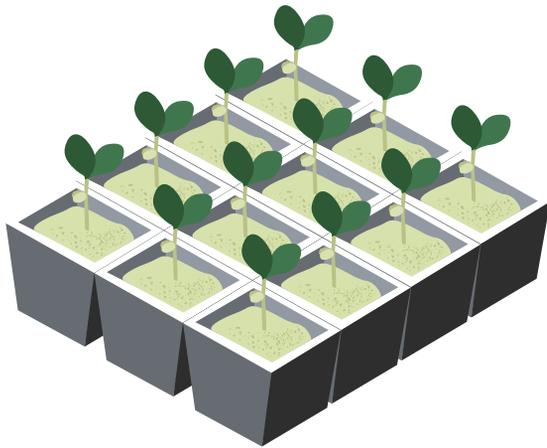
Toda planta regenerada *in vitro* proviene inicialmente de plantas naturales que encontramos en campo, jardines o la naturaleza. Cuando una planta está “establecida” *in vitro* siempre estará sembrada en un fluido especial que puede ser gelatinoso o líquido, que en la mayoría de los casos parece una gelatina transparente o con colores cristalinos llamado medio de cultivo.

El medio de cultivo se prepara con ingredientes especiales que nutren a las plántulas, estos suelen incluir azúcar, vitaminas y minerales, que de alguna forma se asemejan al sustrato o a la tierra en que las plantas crecen naturalmente, así como un gelificante, muchas veces agar o goma de gellan, que básicamente hacen lo mismo que la greda convencional: gelificar el medio de cultivo.





El inicio del proceso: Pasar una planta de “fuera” a “in vitro”.



Para pasar de una planta de campo a una planta *in vitro* es necesario “establecerla”, la primera etapa de los protocolos de micropropagación de plantas (para clonaras). Consiste en sembrar una planta o una parte de ella (semillas, yemas axilares, fragmentos de hojas, tallos o raíces) en el medio de cultivo estéril con condiciones controladas de luz, temperatura y nutrientes.

Este paso es esencial para asegurar que el material inicial sea de alta calidad y libre de patógenos. Para que funcione hay que asegurarnos de que el tejido de nuestra planta de interés esté limpio, viable y evitar la presencia de microbios, por lo que debe realizarse en campanas de flujo laminar.

Micropropagación: ¿Listos? ¡A clonar!

La parte del establecimiento es esencial para poder clonar plantas y una vez se supera esa barrera podemos comenzar con la clonación *in vitro* (lo mismo que micropropagar) para producir enormes cantidades de plantas en poco tiempo, sin enfermedades y en cualquier época del año.





Para lograrlo aprovecharemos la capacidad de los tejidos vegetales para regenerar plantas completas mediante el uso de algunos componentes de medio de cultivo que envíen los mensajes de clonación a las células de nuestras plántulas.

La clonación exitosa dependerá del tipo de corte que debe hacerse a cada clon, de controlar la periodicidad para volver a cultivar y resembrar cada **plántula**, formular adecuadamente los medios de cultivo y el ambiente dentro del laboratorio en condiciones de la luz, humedad y temperatura.



Figura 3. Pántulas *in vitro* micropropagadas de *Dionaea muscipula* o Venus atrapamoscas del cultivar Red Dragon sb Banoor®

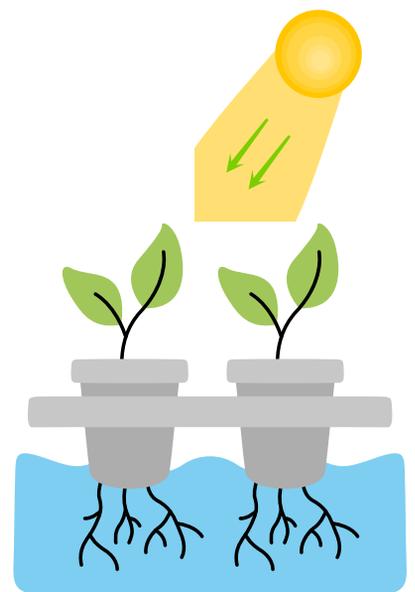


La micropropagación puede ser usada para diferentes especies de plantas, cada una con protocolos específicos que pueden crearse desde cero en base a las necesidades de cada proyecto. Ejemplos de esto pueden ser la inducción de respuesta calogénica –que es la formación de callos (masa de células indiferenciadas) a partir de tejido vegetal en cultivo *in vitro*-, organogénica –que es el desarrollo de órganos específicos (raíces, brotes, etc.) a partir de tejidos o callos en condiciones controladas-. Otro ejemplo es la producción de nuevos ejemplares o nuevas variedades de plantas que puedan clonarse, es decir, crear y conservar las características genéticas de la planta original.

Del laboratorio a tu hogar... campo... o hábitat

La última fase de un sistema de micropropagación consiste en transferir plantas completas producidas *in vitro* a un ambiente externo de forma gradual y con mucho cuidado. Depende por completo de todas las etapas anteriores, especialmente de la eficiencia y la calidad final de las plantas generadas *in vitro*.

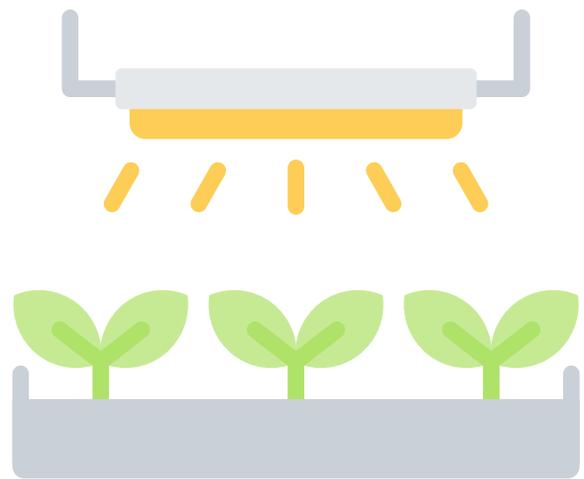
Para conseguir adaptarse a los ambientes fuera del laboratorio, donde todo estaba controlado, las plantas pasan por la etapa de aclimatización, que les permite adaptarse poco a poco a las condiciones externas. Aquí las plántulas se enfrentan por primera vez a menor humedad ambiental, a temperaturas cambiantes y a la radiación solar, es como llevarlas a una incubadora para bebés hasta que estén listas para sembrarse en su destino final, sea un jardín, un hábitat natural o un campo agrícola.





Para conseguir adaptarse a los ambientes fuera del laboratorio, donde todo estaba controlado, las plantas pasan por la etapa de aclimatización, que les permite adaptarse poco a poco a las condiciones externas. Aquí las plántulas se enfrentan por primera vez a menor humedad ambiental, a temperaturas cambiantes y a la radiación solar, es como llevarlas a una incubadora para bebés hasta que estén listas para sembrarse en su destino final, sea un jardín, un hábitat natural o un campo agrícola.

Hasta este punto, los POEs han de haber sido capaces de definir los pasos a seguir por cada persona involucrada en el proceso, han de haber minimizado el estrés y maximizado la supervivencia de cada plántula, incluyendo el control de la humedad, la selección de sustratos adecuados y el manejo de la luz. Este proceso también implica monitorizar constantemente las condiciones ambientales para asegurar una transición exitosa.



"La biotecnología parece ciencia ficción en ocasiones, pero ahora es tan común como la vida misma, ya no es solo el futuro, es el ahora" Ignacio Valenzuela

Finalmente, después de que cada etapa ha sido cumplida adecuadamente, las plantas pueden desarrollar características físicas y funcionales que les permitan llegar al campo o a los jardines y vivir adecuadamente, son completamente naturales y su producción ha sido realizada responsablemente y con menor impacto ambiental que mediante métodos tradicionales. 🍀



Agradecimientos

Se agradece a Banoor®, a la Universidad Politécnica del Centro y a los asesores del proyecto de estancia académica realizado en las instalaciones del laboratorio de Agrobiotecnología de Banoor.

Conceptos

Agrobiotecnología: Conjunto de técnicas y aplicaciones orientadas al mejoramiento y optimización de los sistemas de producción agroalimentaria que permiten crear plantas resistentes a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas; utilizar microbios para fertilizar el suelo; y hacer cruzas de variedades o razas de animales o plantas para mejorarlas.

Cultivo de tejidos vegetales *in vitro*: Es lo mismo a cultivo “en vidrio” o “en cristal”, nombre que se le da a la técnica debido a que usa frascos transparentes para permitir el desarrollo de las plantas en condiciones controladas y libres de patógenos.

Micropropagación: Clonación de plantas *in vitro* es una técnica que permite producir plantas uniformes en laboratorio mediante el corte y manipulación de los tejidos vegetales para generar plantas nuevas a partir de plantas preexistentes, conservando sus características genéticas.

Bioempresas o biofábricas: Empresas de base bio(tecno)lógicas, cuyos procesos están en parte o apliamente influenciados por factores biológicos, organismos vivos y/o sus derivados, y que los utilizan como medio para la generación de recursos económicos.

Plántula: Se dice de la etapa más juvenil de una planta, en sus primeros estadíos de vida, recién germinada o de pocos días de haberse comenzado a desarrollar. Una plantita *in vitro* siempre será considerada como plántula.



Para Consulta

- Rafiqui AR, Mir MR, Khan IL, *et al.* 2025. Agro-Biotechnology: A Rescue Against World Hunger. Role of Science and Technology for Sustainable Future (2): 459-474. [\[Link\]](#)
- Yadav K, Kumar A, Sastry OS, *et al.* 2019. Solar Photovoltaics Pumps Operating Head Selection for the Optimum Efficiency. Renewable Energy (134): 169-177. [\[Link\]](#)
- Boumsisse I, Benhadou M, Haddout A. 2025. Optimizing Green Lean Six Sigma using Industry 5.0 technologies. Cleaner Waste System (10): 100234. [\[Link\]](#)
- Loyola-Vargas VM, Ochoa-Alejo N. 2018. An Introduction to Plant Tissue Culture: Advances and Perspectives. Methods Mol Biol (1815): 3-13. [\[Link\]](#)

Crédito de imágenes en orden de aparición: Epitavi (Getty Images, GI), JPC-PROD (GI), Benjamin Romero (capturenow), Slamlabs, 9dreamstudio (GI), ZemicoN (GI), Ekaterina Petruhan (GI), Vladimir Zapletin (GI), tilialucida, Wonthespot (Wynne Tran), Mikhail Nilov (Pexels, PX), Drawlab19, JanPietruszka (GI), Asep Saripudin (Metamorph Lab), KYT4N (GI), dra_schwartz (Getty Images Signature, GIS), eyewave, Jump Studio, sinando, artbesouro, Arthon meekodong, Mark Stebnicki (PX), Iconjam, Ian Probeta (PX), garnouille11 (GI), Pakka Design Studio, Teddy Alfansyah (Teddyal), Junessa Rendon (capturenow), BNPDesignStudio, Monsters Visual, canva samples (shmaiinc), Sketchify Philippines, Waqas (arte vectoria), ZAF Design (zafstudio). Crédito de figuras: Proporcionada por los autores. Declaración de uso de IA: Los autores señalan que ningún párrafo ha sido generado completamente o con más del 50% de sus palabras con herramientas AI/GTP.



Dr. David A. Paz García
Editor en Jefe Revista CyN

Diseño: Irlanda Edith Garcia Corona





Julieta Laguna Caraveo

Estudiante de Ingeniería en biotecnología en la Universidad Politécnica del Centro (UPC, Villahermosa, Tabasco). Entre sus intereses destacan la agrobiotecnología y la propagación vegetal. Además, le atrae el estudio de técnicas como la micropropagación para la conservación y mejora de especies vegetales, y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

contacto: julietalagunak@gmail.com



Samia Citlali Juárez García

Banoor, Jalpa de Méndez, Tabasco. Licenciada en Genómica con enfoque en biotecnología reproductiva para animales y de conservación-propagación de germoplasma vegetal. Especialista en la aplicación de técnicas para el mejoramiento de rendimientos agroproductivos de plantas y animales.

contacto: samiacitlali@gmail.com



Jose Ignacio Valenzuela Castillo

Banoor, Jalpa de Méndez, Tabasco. Fundador de Banoor, empresa agrobiotecnológica especializada en cultivos tropicales e innovación agroindustrial. Especialista en cultivo de tejidos vegetales y mejoramiento genético vegetal. Apasionado por los bionegocios y la transferencia científico-tecnológica de los laboratorios a la aplicación en campo.

contacto: valcasti.ignacio@gmail.com