

Biotecnología vegetal: una herramienta de sostenibilidad cultural

Estudiante
Kevin Eduardo Tabares Londoño

Director
Diego Mauricio Martínez Rivillas

Trabajo de Grado
En la modalidad de *Pasantía*

Programa de Biología
Universidad CES
Medellín
Mayo 2023

Biotecnología vegetal: una herramienta de sostenibilidad cultural

Kevin Eduardo Tabares Londoño

Resumen

La Unidad de Biotecnología Vegetal (UBI) es un laboratorio adscrito a la facultad de Ciencias y Biotecnología de la Universidad CES, dedicado a la investigación y prestación de servicios para el sector floricultor, forestal, agrícola, entre otros; dirige sus enfoques principalmente a la detección de virus y viroides y al desarrollo de técnicas biotecnológicas en propagación *in vitro* de plantas. Allí, con el fin de afianzar la formación profesional de un estudiante, fortalecer competencias de desempeño para el trabajo en laboratorio y reconocer aspectos normativos relacionados con la prestación de servicios biotecnológicos, se llevó a cabo una pasantía durante cinco meses y medio, fundamentada en apoyar los procesos que se realizan diariamente en el área de cultivo *in vitro*, entre los cuales se encuentra la preparación de medio de cultivo, desinfección, establecimiento y propagación de material vegetal, específicamente de grupos como el *Chrysanthemum*, *Limonium*, *Syngonium*, claveles, bananos, orquídeas, rosas e insectívoras; entre otras funciones como auxiliar de laboratorio. Se concluyó de forma exitosa en el tiempo estimado y se adquirieron destrezas tanto profesionales como interpersonales en el campo de prestación de servicios a partir de técnicas biotecnológicas en organismos vegetales, necesarias para suplir un mercado global con alta demanda gracias a la dependencia recíproca e histórica entre plantas y seres humanos para subsistir.

Palabras clave: Biotecnología, producción en masa, laboratorio, humanos y plantas.

TABLA DE CONTENIDO

1.	PRESENTACIÓN.....	1
2.	RESEÑA DE LA INSTITUCIÓN.....	4
3.	OBJETIVOS.....	5
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	5
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
4.	LOGROS ALCANZADOS.....	5
5.	RESULTADOS.....	5
5.1	INDUCCIÓN.....	6
5.2	ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS DE DESEMPEÑO EN PROCESO DE PROPAGACIÓN <i>IN VITRO</i> DE PLANTAS.....	6
5.2.1	PREPARACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO.....	6
5.2.2	ESTABLECIMIENTO DE VARIEDADES VEGETALES.....	7
5.2.3	MICROPROPAGACIÓN.....	9
5.2.4	ACLIMATACIÓN Y ENDURECIMIENTO.....	11
5.2.5	PREPARACIÓN DE MATERIAL <i>IN VITRO</i> DE ENTREGA.....	12
5.3	RECONOCIMIENTO DE ASPECTOS NORMATIVOS RELACIONADOS CON LA RPESTACIÓN DE SERVICIOS BIOTECNOLÓGICOS EN EL SECTOR HORTICULTOR Y AGRICULTOR.....	12
6.	CONCLUSIONES.....	14
7.	RECOMENDACIONES.....	15
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	15

1. Presentación

Las plantas han sido un componente central del bienestar y desarrollo de la especie humana a lo largo de la historia coevolutiva entre ambos grupos, abarcando no solo factores alimenticios y medicinales, sino también, además, sociales, tecnológicos y culturales. Esto afectó de manera positiva el progreso de las civilizaciones humanas, propiciando cambios tanto fisiológicos con su integración en la dieta de los homínidos, como culturales con su uso medicinal, agricultor y religioso (Schaal, 2019).

Tal es la importancia de las plantas en la supervivencia de los seres humanos, que el propio desarrollo de la civilización fue posible debido a la invención de la agricultura (Shoemaker, 1994), pues la domesticación de las plantas para su mayor aprovechamiento causó la divergencia cultural de las sociedades que cazaban su alimento a unas más sedentarias y cultivo dependientes, marcando el hito histórico y universal que definiría el camino exitoso de la humanidad a través del tiempo (Schaal, 2019) y su transformación a una especie organizada con sistemas complejos de socialización y desarrollo que utiliza las plantas para obtener recursos alimenticios, medicinales (Jamshidi-Kia et al., 2018), de refugio (Shoemaker, 1994) y refinamiento cultural de la mente (Relf, 1992).

Por consiguiente, no es extraño encontrar dicha dependencia en un amplio rango como resultado de la coevolución, desde el oxígeno que se respira y los nutrientes que se obtienen en algunos alimentos, hasta el combustible que se consume, la materia prima utilizada en construcción, en la manufacturación de telas, papel, tintes, ceras y medicamentos, así como también sus usos más festivos en ceremonias, rituales, creación de instrumentos musicales, etc. Todo gracias al importante rol que jugó la agricultura en otros aspectos fuera de la mera supervivencia, puesto que, a medida que se aumentaba la eficiencia en la producción y el cultivo de plantas, se reducía también el tiempo necesario para proporcionar comida y refugio y se dedicaba más de este en actividades como la contemplación, el arte y la poesía (Shoemaker, 1994).

Así mismo, de la mano de la agricultura se desarrolló un arte relacionado y sofisticado llamado horticultura, que, por definición, se conoce como la ciencia de cultivar frutas, verduras, hierbas, frutos secos y plantas ornamentales, entre las cuales se incluyen árboles, arbustos, flores y césped (Von Baeyer, 2010) y, aunque inicialmente su aporte consistía en proveer alimento, medicina y fibra, se transformó en una parte integral de la vida cultural de los humanos y su estrecha relación con las plantas (Zhou, 1995) resultando en el desarrollo de la mente y las emociones individuales, el enriquecimiento y la salud de las sociedades y el amplio uso del jardín en las civilizaciones modernas (Relf, 1992).

Se podría decir entonces, que las plantas han consolidado patrones que influyen áreas importantes en el razonamiento humano, como el lenguaje, las artes, la literatura y en forma de simbolismos en celebraciones aún usados en el presente, tanto así, que se usan como forma de expresión de alegría, afecto, bienvenida, gratitud, simpatía, unión marital, etc. Convirtiéndose en algo tan común que se han establecido asociaciones fuertes entre

algunas festividades con cierto tipo de plantas y flores, por ejemplo, las rosas con el día de San Valentín, el muérdago con navidad, los girasoles para desear pronta recuperación, y demás (Shoemaker, 1994). Por lo cual, todos los medios posibles para su producción y cultivo han sido foco de estudio durante largos años gracias a la incesante preocupación por la cantidad finita de personas que puede sostener la agricultura y la horticultura global junto con su gran demanda (Chawla, 2011).

A lo largo de los años se han promovido diferentes metodologías que logren suplir la necesidad del mercado mundial y que aporten al campo de la investigación y producción en las ciencias vegetales, dando lugar así a la biotecnología vegetal (Chawla, 2011), ampliamente definida por el OTA (Congressional Office of Technology Assessment) como “cualquier técnica que use organismos vivos o partes de estos para hacer o modificar productos, mejorar su fisiología o desarrollarlos con usos específicos” y, aunque solo hasta el siglo pasado se definiría el término de biotecnología, este comprende prácticas tan antiguas como la agricultura misma, pues esta desde sus inicios era nada más que una forma simple de biotecnología (Kloppenburg, 2005) .

Según Arie Altman, “la edad moderna de la biotecnología vegetal comenzó a inicios del siglo veinte y está relacionada con la habilidad de crecer células y tejidos vegetales *in vitro*” (Altman, 2019) y dicho cultivo de tejidos *in vitro* se basa en el principio de totipotencia celular originalmente propuesto por Gottlieb Haberlandt en 1902 (Kumar & Loh, 2012) cuya visión, acompañada de diversos experimentos de cultivo de células epidérmicas diferenciadas, se encaminaba al cultivo exitoso de embriones artificiales a partir de células vegetales (Altman, 2019). Seguido de distinguidos acontecimientos importantes para la ciencia como la regeneración de plantas completas por medio de embriogénesis somática de zanahoria por Steward et al. en 1958, el crecimiento de una planta íntegra a partir de una sola célula de tabaco por Vasil and Hildebrandt en 1965 y el descubrimiento del medio de cultivo MS, cuya composición mineral se transformaría en la base estándar para sostener el crecimiento y la división celular hasta la fecha por Murashige y Skoog en 1962 (Altman, 2019).

La biotecnología vegetal presentó tener grandes ventajas con respecto a la necesidad de producir más en menos tiempo, permitiendo la propagación clonal a gran escala cuando no es posible hacerlo del método tradicional o hay un número limitado de plantas madre, la propagación clonal rápida de nuevas variedades, crecimiento de plantas libres de patógenos, bancos de germoplasma para el mejoramiento del cultivo, etc. (Loberant & Altman, 2010). Caracterizándose así, como uno de los órganos productivos más fundamentales para la humanidad (Kloppenburg, 2005), gracias a la habilidad de cultivar plantas en condiciones de asepsia, libres de hongos, bacterias, virus, etc. Y la capacidad de controlar los factores que regulan el crecimiento de una planta para beneficio propio.

A medida que el auge de la biotecnología vegetal crecía, surgían también un gran número de instituciones y unidades de negocio que la fortalecían y a sus aportes al desarrollo social, cultural y sostenible para la humanidad, ya que, como se menciona en El Capital I por Karl

Marx, la historia de la tecnología natural, es decir, de la formación de órganos de plantas y animales que sirven como instrumentos de producción para sostener la vida: y la historia de los órganos productivos del hombre en la sociedad, aquellos que funcionan como base material para la organización de esta, merecen igual atención, pues ambas revelan la relación activa del hombre con la naturaleza (Kloppenburg, 2005), relación que ha sido causante del gran éxito individual y conjunto entre ambos grupos.

Entre las funciones más importantes a resaltar de algunas de las distintas entidades que desempeñan una función investigativa y de prestación de servicios se encuentra la capacitación tanto académica como profesional y la promoción de entornos de aprendizaje reales para un acercamiento directo con el mundo laboral biotecnológico. Para esto, se han desarrollado programas de pasantías en los que se permita la formación de estudiantes e individuos interesados en este campo.

Una de estas instituciones es la Unidad de Biotecnología Vegetal (UBI) de la Universidad CES, en donde los pasantes tienen la oportunidad de apoyar el área de cultivo *in vitro* desempeñando actividades diarias como auxiliares de laboratorio, entre las cuales se encuentran:

- I. Seguimiento riguroso de protocolos ya establecidos previamente por la UBI para llevar a cabo procesos de:
 - a. Desinfección de yemas y semillas de distintas variedades de plantas.
 - b. Introducción de material vegetal seleccionado tanto por la UBI como por las empresas asociadas.
 - c. Multiplicación de brotes y seguimiento de su propagación.
 - d. Enraizamiento de explantes y aclimatación de estos una vez cumplan su ciclo *in vitro* y deban ser reintroducidos a condiciones naturales no controladas.
 - e. Preparación de medios de cultivo como sustrato para el almacenamiento de explantes *in vitro*.
- II. Manejo competente y adecuado de los equipos utilizados rutinariamente en el laboratorio de biotecnología vegetal como: cabina de flujo laminar, termociclador convencional, purificador de agua, autoclave, vórtex, entre otros.
- III. Constante investigación y actualización sobre los grupos vegetales foco de estudio en el laboratorio, que abarcan el género *Chrysanthemum* en su mayoría, seguido de *Limonium*, *Syngonium*, y otras variedades como el clavel, banano, orquídeas e insectívoras.

De modo complementario, se programan visitas a distintas empresas a las cuales se les presta el servicio de cultivo *in vitro* en la UBI con el fin de reforzar el manejo administrativo que implica un laboratorio especializado en biotecnología vegetal. Dichas empresas cumplen como función principal la exportación de flores al extranjero a partir de fincas de cultivo localizadas en el municipio de Rionegro, Antioquia, por lo cual se hizo un énfasis

mayor en el aporte que brinda la producción masiva de material vegetal a partir de técnicas biotecnológicas al mercado global tanto alimenticio y medicinal como cultural.

2. Reseña de la institución

En Colombia, existen numerosas entidades y unidades de negocio que aprovechan el gran potencial de la biotecnología vegetal y se han encaminado a aportar al campo de la industria y la ciencia con sus elaborados y acertados métodos. Una de estas es la Unidad de Biotecnología Vegetal (UBI), laboratorio adscrito a la facultad de Ciencias y Biotecnología de la Universidad CES enfocada a la prestación de servicios e investigación para el sector horticultor en primera instancia, específicamente el floricultor, además del agricultor y el forestal.

Este laboratorio se dedica principalmente a desarrollar funciones como la detección de virus y viroides a través de pruebas moleculares e inmunológicas con registro ICA LB0000052022 expedido el 27 de enero de 2022, específicamente para la detección de CSVd (Viroide del enanismo del crisantemo), CChMVd (Viroide del moteado clorótico del crisantemo), TSWV (Virus del bronceado del tomate), TAV (Virus de la aspermia del tomate); investigación y producción de metabolitos secundarios, propagación de material vegetal bajo la resolución No. 00029658 de Agosto 8 de 2018 y 00014827 de Agosto 10 de 2022, identificación y caracterización de variedades vegetales por técnicas moleculares y banco de germoplasma. Para esto, cuenta con un laboratorio bien dotado, personal capacitado, sistemas de gestión y manejo de residuos, equipos de Real Time PCR, termocicladores convencionales, purificadores de agua, autoclaves, cabina de flujo laminar y más elementos que permiten un correcto funcionamiento y cumplimiento de las pruebas moleculares que se realizan y la propagación masiva de material vegetal (UBI - Unidad de Biotecnología Vegetal, s. f.).

Además, este laboratorio permite la formación práctica de estudiantes ofreciéndoles la oportunidad de trabajar en un escenario real de aprendizaje en el campo de la biotecnología vegetal, pues realiza funciones misionales de docencia, investigación e innovación y permite la adquisición de competencias blandas con ayuda de actividades de responsabilidad y compromiso, ejercicios de comunicación y cómo interactuar con un grupo de trabajo, así mismo potencia habilidades y destrezas técnicas en procesos de propagación de plantas y el reconocimiento de su inmenso potencial como forma de negocio y su contribución tanto científica como cultural, y se encarga de promover el arte del aprovechamiento de la fisiología vegetal para el bien social y el avance de la humanidad.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Enriquecer la formación académica como estudiante a partir de la integración y aplicación de los conocimientos adquiridos en cada una de las asignaturas trabajadas e implementarlos en la Unidad de Biotecnología Vegetal de la Universidad CES.

3.2 Objetivos específicos

- Adquirir competencias de desempeño en los procesos de propagación *in vitro* de plantas.
- Reconocer aspectos normativos relacionados con la prestación de servicios biotecnológicos para el sector horticultor y agricultor.

4. Logros alcanzados

- I. Se propició un acercamiento directo al campo laboral que tiene como profesional un biólogo enfocado en la biotecnología vegetal y el manejo administrativo de un laboratorio.
- II. Se desarrollaron habilidades de desempeño para el trabajo en el laboratorio, desde actividades simples como el correcto descarte de residuos y el mantenimiento de la asepsia en el área de trabajo, hasta unas más detalladas como la propagación y adecuada manipulación del material vegetal.
- III. Se fortalecieron aptitudes necesarias para sobresalir en el campo laboral y profesional como proactividad, disciplina, cooperación, responsabilidad, delegación y trabajo en equipo, carácter crítico y toma de decisiones.
- IV. Se complementó la formación académica de un estudiante aspirante al título de Biólogo al cumplir con el requisito de trabajo de grado y alcanzando con éxito todos los objetivos propuestos para la presente pasantía.

5. Resultados

De esta pasantía se obtuvo tres resultados importantes: se hizo una inducción exitosa a las instalaciones y dinámica de trabajo en un laboratorio de biotecnología vegetal, se desarrolló destrezas operativas en las distintas actividades rutinarias llevadas a cabo desde el área de cultivo *in vitro* en el laboratorio y se potenció las habilidades del estudiante en aspectos

técnicos y conocimientos en el campo de la biotecnología vegetal y su aporte tanto a la economía como a la cultura de la región.

5.1 Inducción

Durante las dos primeras semanas de la pasantía se realizó de manera exitosa la introducción a las instalaciones y a las metodologías de trabajo a base de acondicionamiento a las dinámicas de trabajo en el laboratorio, pues era necesario comprender y acoplarse al orden adecuado en el que se realizan distintos procedimientos, la ubicación de las herramientas de trabajo como pinzas, fungicidas, vitaminas, medios de cultivo, beakers y demás, y el uso preciso de los equipos electrónicos utilizados diariamente, como la plancha de calentamiento, el vórtex, la balanza analítica, el autoclave, la cabina de flujo laminar, el termociclador convencional, entre otras.

Por último, se participó activamente en compañía de los encargados del laboratorio en los procesos de tratamiento de material vegetal, protocolos de ingreso al laboratorio, lavado, uso de equipos, preparación de medio de cultivo, micropropagación, descarte de residuos, desinfección del área de trabajo, etc. Con el fin de adquirir autonomía posteriormente en la ejecución de cada una de las actividades.

5.2 Adquisición de competencias de desempeño en procesos de propagación in vitro de plantas

Se apoyó y realizó de manera repetitiva cinco actividades y procedimientos básicos para la correcta ejecución de un cultivo *in vitro*, los cuales son: preparación de medio de cultivo, establecimiento de variedades vegetales, micropropagación, aclimatación y endurecimiento y, por último, la preparación de material de entrega a empresas a las cuales se les presta servicio en el área de *in vitro*.

5.2.1 Preparación de medio de cultivo

Una de las actividades rutinarias en un laboratorio de biotecnología vegetal es la preparación de medio de cultivo, pues para realizar cualquier tipo de cultivo *in vitro* debe de contarse con un sustrato base y una composición específica para la especie vegetal a tratarse. Para ello, es necesario partir de revisiones bibliográficas sobre qué protocolo es más acertado para ese tipo de planta, ya que, aunque se reconozca el medio Murashige y Skoog como el modelo más completo para cualquier tipo de cultivo *in vitro*, es necesario modificar ciertos insumos como la cantidad de vitaminas y de azúcar disponible dependiendo de las necesidades de la variedad vegetal.

Se realizó la preparación de medios de cultivo para grupos de plantas como el *Limonium*, bananos, claveles, rosas e insectívoras, de forma que se desarrolló completa autonomía en

estos siguiendo el orden lógico presentado en la Figura 1 y utilizando materiales y equipos del laboratorio como autoclave, plancha de calentamiento, pHmetro y agitador magnético de forma regular. Así como la aplicación de conceptos básicos de dilución, preparación de soluciones, factores de conversión y manejo de material vegetal aprendidos durante la carrera universitaria.

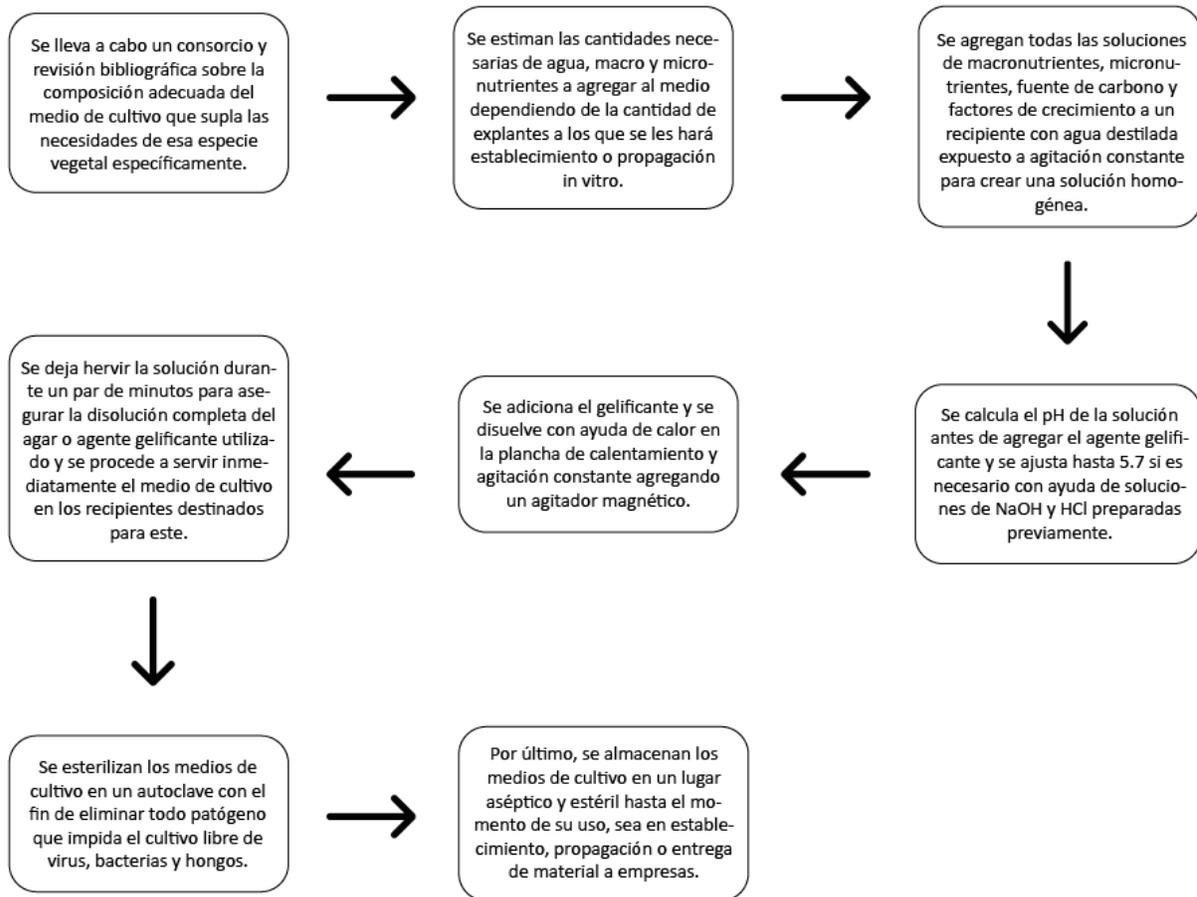


Figura 1. Diagrama de flujo para la preparación de medio de cultivo.

5.2.2 Establecimiento de variedades vegetales

Al recibir las muestras vegetales en el laboratorio como se ilustra en la Figura 3A, se debían realizar distintos procesos para acoplar estas variedades al ambiente *in vitro* y así, garantizar el correcto desarrollo de los protocolos de micropropagación dependientes de un establecimiento exitoso. En el laboratorio se realizó siguiendo el siguiente diagrama de flujo mostrado en la Figura 2.

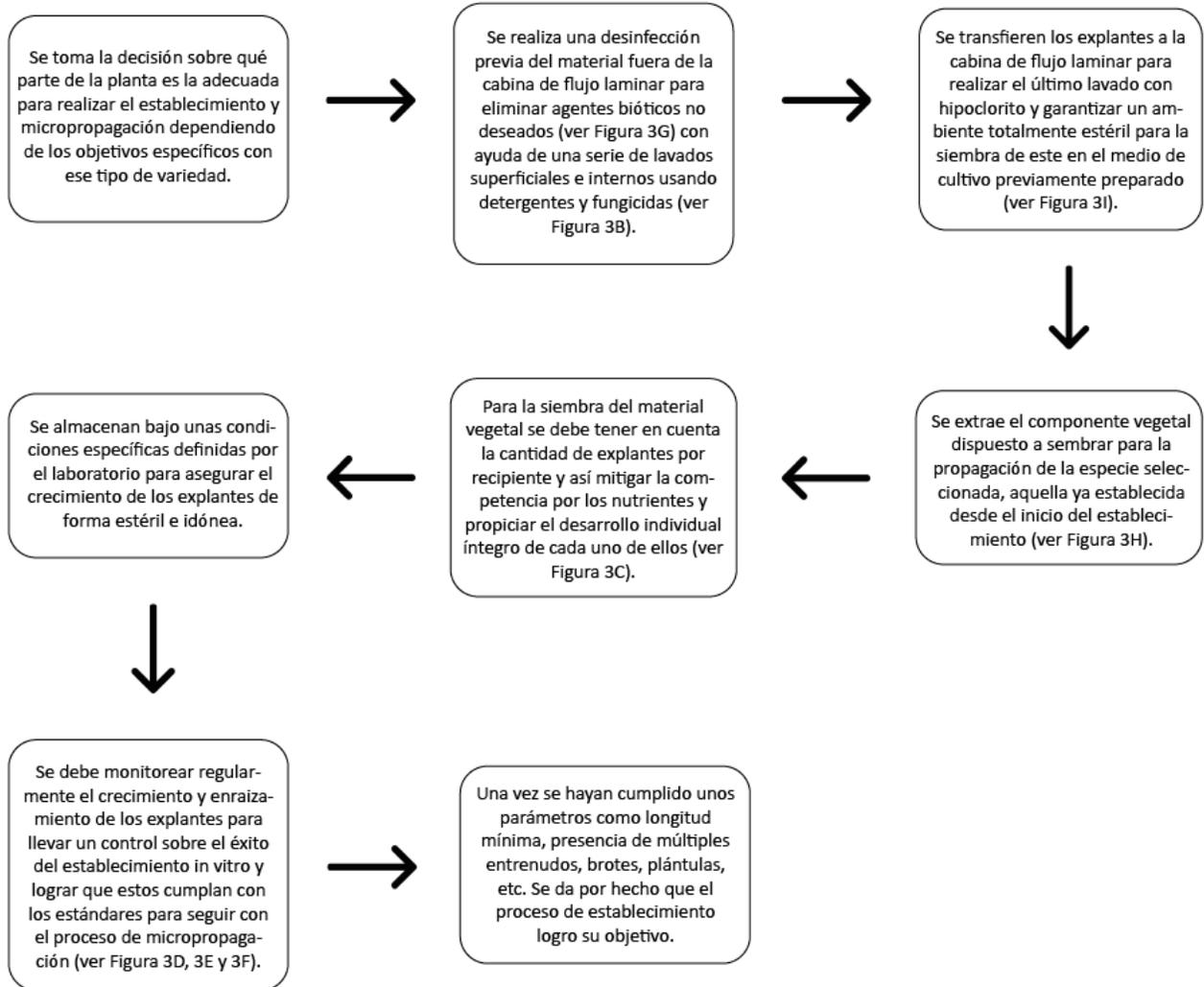


Figura 2. Diagrama de flujo de establecimiento *in vitro*.

A continuación, se muestran algunos registros fotográficos del trabajo de establecimiento vegetal en el laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Universidad CES.



Figura 3. Procedimiento de establecimiento *in vitro*. **A.** Muestra recibida en el laboratorio dispuesta para establecimiento en condiciones *in vitro*; **B.** Lavados de desinfección a explantes vegetales con el fin de mitigar riesgo de contaminación por factores bióticos utilizando fungicidas y detergentes; **C.** Siembra de meristemas apicales de claveles en posición quince del reloj para garantizar óptima absorción de nutrientes de cada uno de ellos; **D.** Desarrollo de plántulas tiempo después de su siembra; **E.** Elongación de claveles y presencia de entrenudos; **F.** Establecimiento exitoso de claveles y crecimiento de los propágulos; **G.** Contaminación por hongo en el establecimiento *in vitro* de una muestra de rosa; **H.** Extracción de meristema apical de clavel; **I.** Preparación de cabina de flujo laminar para desinfección final previa a la siembra en medio de cultivo.

5.2.3 Micropropagación

En esta etapa se realizaba la multiplicación rápida de brotes, plántulas, esquejes y demás elementos vegetales, de diferentes variedades que estén destinadas para la producción masiva, sea por temas investigativos o de prestación de servicios en la Unidad de Biotecnología Vegetal. Para llevar a cabo los protocolos de micropropagación se seguía el orden propuesto en la siguiente figura.

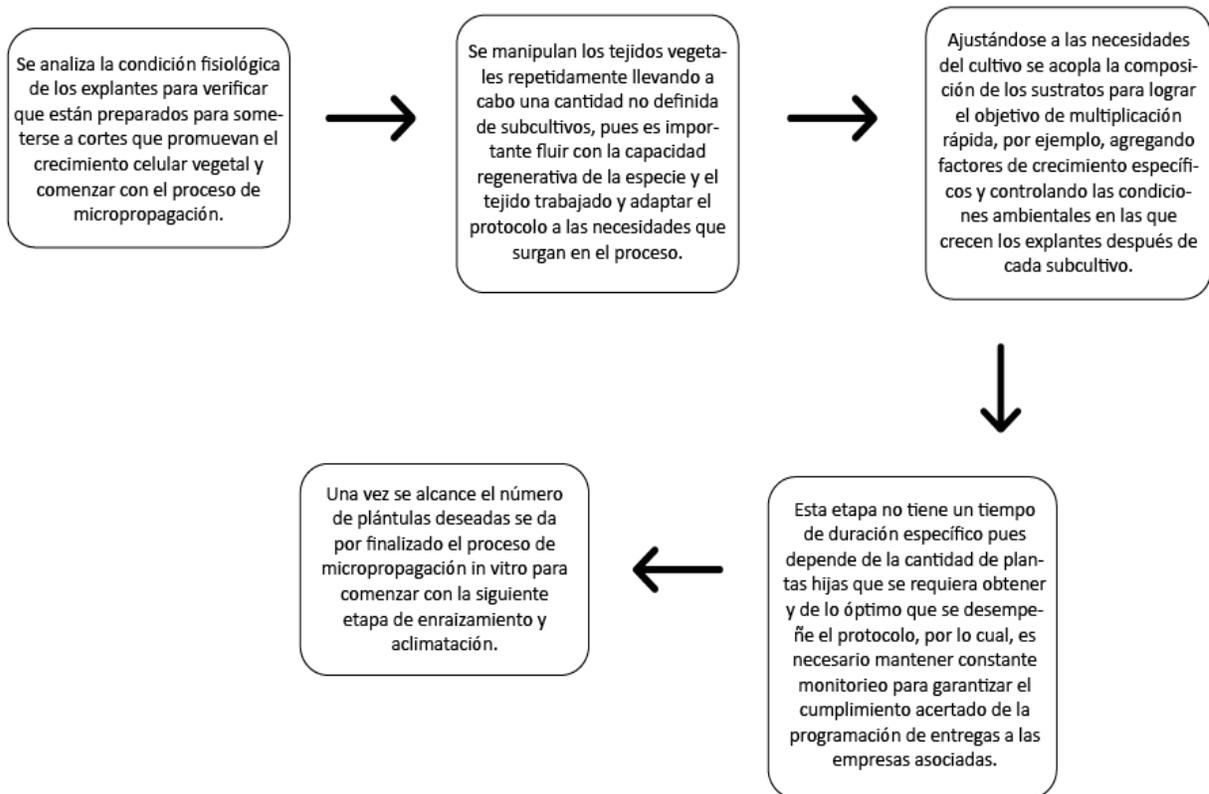


Figura 4. Diagrama de flujo de procesos de micropropagación.

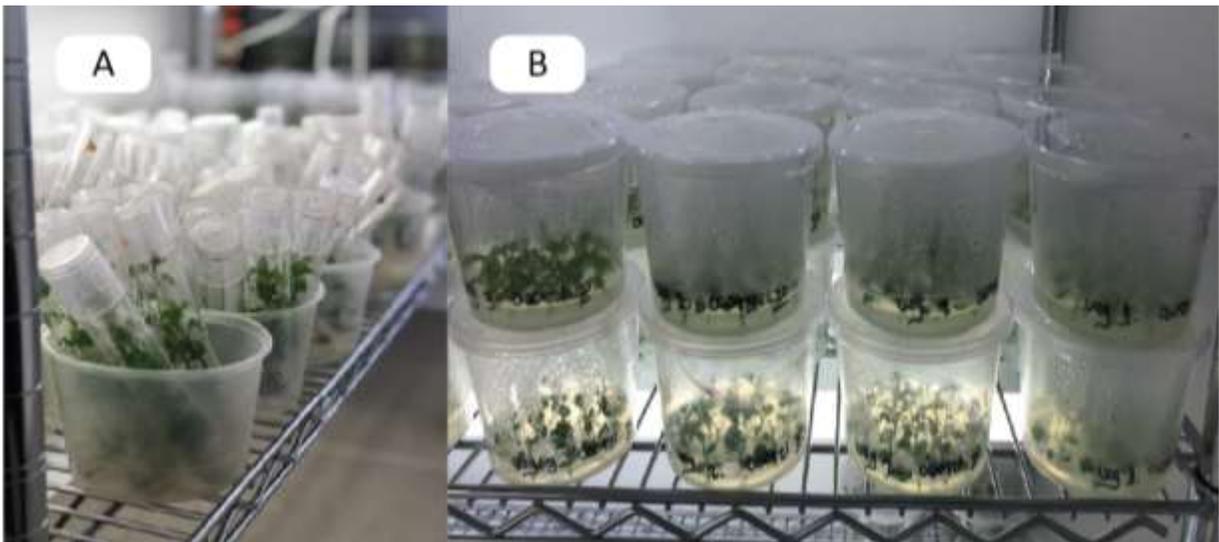


Figura 5. Procesos de micropropagación vegetal. **A.** Crecimiento de explantes individuales de una variedad de crisantemo listo para someterse a protocolos de multiplicación; **B.** Subcultivos de distintas variedades de crisantemos para la producción masiva de cada una.

5.2.4 Aclimatación y endurecimiento

Después de la propagación y crecimiento *in vitro*, es de suma importancia brindarle a cada plántula las condiciones necesarias para lograr fortalecer su fisiología antes de introducirse al ambiente natural de manera exitosa, sin pérdidas de componentes vegetales deseados y propiciando la longevidad de cada una de ellas. Para esto, primero se debía fomentar el enraizamiento y elongación de cada explante con el apoyo de hormonas y factores de crecimiento particulares definidos en los protocolos para cada especie vegetal, así como la exposición a estímulos fotosintéticos, función estomática, control efectivo de la transpiración y demás factores que permiten el crecimiento y la aclimatación *ex vitro* (Loberant & Altman, 2010).

Posteriormente, se realiza el traslado de las plántulas al vivero al observar la presencia de raíces con una longitud mínima como se observa en la Figura 6A, ya que estas garantizan la resistencia al estrés que se le someterá al trasplantarse a un medio natural bajo condiciones no controladas. En el vivero, después de transferir el material vegetal a su nuevo entorno como se representa en la Figura 6C y 6D, se debe promover en la máxima capacidad el crecimiento aséptico de las plantas que estaban habituadas a unos parámetros específicos dentro del laboratorio; para esto, se realiza un riego con fungicidas que cumplan la función de hidratante y desinfectante al unísono, mientras las plantas se adaptan al nuevo sustrato y alcanzan el estado de adultez (ver Figura 6B).

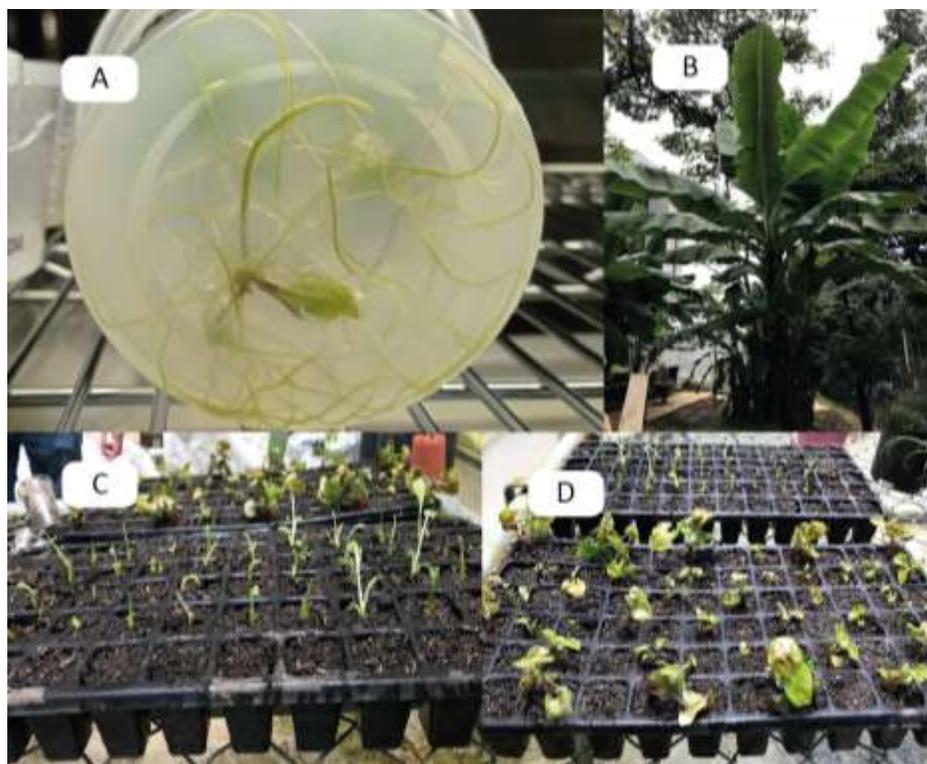


Figura 6. Aclimatación de plantas cultivadas *in vitro* a su ambiente natural. **A.** Presencia de raíces con longitud mínima adecuada para trasladar las plantas de ambiente; **B.** Planta de banano introducida, cultivada en el laboratorio y adaptada exitosamente a condiciones bióticas no controladas para su completa maduración; **C.**

Trasplante de plántulas *in vitro* de banano al vivero e hidratadas con fungicidas para la protección contra patógenos; D. Trasplante de plántulas del género *Synгонium* al vivero para maduración en condiciones naturales.

5.2.5 Preparación de material *in vitro* para entrega

La UBI es un laboratorio que no solo cumple funciones investigativas y académicas, sino que, además, posibilita una zona de práctica en un entorno de trabajo del mundo real, por lo cual se realizaba un tratamiento extra para todas las variedades que serían entregadas a las respectivas empresas como forma de avalar el estándar de calidad que brinda el laboratorio en sus bienes, productos y servicios.

Se hacía una elección de los esquejes con mejores características y se realizaba un último chequeo al estado fisiológico de cada plántula que permitiera asegurar la continuidad en la calidad del producto, es decir, se revisaban parámetros como: forma y tamaño de las hojas, coloración, elongación de tallo y presencia de entrenudos, raíces fuertes y estables, etc. Para finalmente sembrar el material en un nuevo medio de cultivo dispuesto para suplementar las plantas durante el recorrido que deba realizarse para su entrega y el empaque dispuesto para este propósito con la información del Laboratorio de Biotecnología Vegetal, sus permisos para exportación y comercio y su equipo de trabajo.

5.3 Reconocimiento de aspectos normativos relacionados con la prestación de servicios biotecnológicos para el sector horticultor y agricultor

Se hizo un acercamiento al rol que desempeña un biólogo en el campo de la biotecnología vegetal, el amplio rango de funciones que debe cumplir con el fin de respaldar una buena comunicación con los clientes y lograr un mayor alcance de cada uno de los bienes, productos y servicios que se ofrecen desde el área de trabajo.

En este sentido, se fomentó el reconocimiento del entorno de trabajo tanto en el laboratorio como en las empresas asociadas, realizando visitas a las fincas de cultivo, asistiendo a eventos como “La semana del crisantemo” (ver Figura 7) y jornadas de reunión semanales con el equipo de trabajo, donde se abordaba la programación de actividades, temáticas de profundización y revisiones bibliográficas que ayudaran a definir protocolos de establecimiento, propagación y endurecimiento de variedades vegetales. Allí, se hacía uso de la base de datos de la Universidad CES y se discutían elementos presentados en artículos científicos públicos de cultivo *in vitro*, como por ejemplo “Propagación *in vitro* a partir de meristemas de cinco variedades comerciales de *Dianthus caryophyllus* L. (Clavel)” (Pérez, 2005) para conocer acerca de uno de los problemas más grandes en el cultivo *in vitro* de claveles, la vitrificación o hiperhidratación, identificar este desorden fisiológico en las primeras semanas del cultivo, como presencia de hojas de menor tamaño en

comparación con las demás hojas del mismo explante, aparentemente frágiles y traslúcidas, sin clorofila; y posibles formas de evitarlo al propiciar el ambiente adecuado que facilitara el crecimiento y óptima transpiración de las plantas de claveles al reducir hormonas y factores de crecimiento, controlar la concentración de sales en el medio de cultivo, aumentando periodos de exposición lumínica en el período de incubación, etc.

Además, se tuvo el privilegio de participar en un video institucional corto o “reel” realizado por el área de bienestar universitario de la Universidad CES, en donde se logró compartir brevemente la experiencia como pasante en la Unidad de Biotecnología Vegetal (UBI) y cómo se ilustró la aplicabilidad que tienen los conceptos que se aprenden de manera teórica en el transcurso del pregrado (Visitar el siguiente link para ver video: https://www.instagram.com/tv/CWtzWoTMCo_/?igshid=MTc4MmM1Yml2Ng==). De esta misma manera, se apoyaron algunas prácticas estudiantiles de la institución ya mencionada, acompañando en la preparación y desinfección del área de trabajo, en el desempeño correcto de los protocolos y motivando positivamente a los estudiantes para el desarrollo de destrezas motoras útiles en el trabajo de cultivo *in vitro*.

Adicionalmente, gracias al traslado de las instalaciones de la UBI desde la sede de Sabaneta de la Universidad CES a la sede principal ubicada en el Poblado, se reconocieron los requerimientos técnicos de infraestructura para el funcionamiento pertinente de un laboratorio de biotecnología vegetal, como la ubicación de una ruta limpia para la circulación separada de la ruta para el traslado y descarte de material vegetal contaminado, el posicionamiento de un área de lavado distinta al área de suministro de agua para la preparación de medio de cultivo y desinfección con el objetivo de evitar contaminación cruzada en la ejecución de cualquier protocolo, y demás especificaciones como el tipo de materiales de construcción en un laboratorio, ubicación de zonas de trabajo de *in vitro* independiente del área de molecular, etc.



Figura 7. Asistencia al evento de “La semana del crisantemo” organizado por una de las empresas relacionadas con la Unidad de Biotecnología Vegetal. **A.** Grupo de trabajo UBI; **B.** Exposición de distintas variedades de crisantemo; **C.** Temática de cine para la exposición de productos; **D.** Escultura hecha en flores demostrando el gran potencial de las plantas; **E.** Versatilidad y diversidad de fisiologías vegetales como resultado de la biotecnología vegetal.

6. Conclusiones

Las pasantías son un excelente modelo educativo como requisito de trabajo de grado, en especial en el campo de prestación de servicios de la biología, pues permiten reconocer los conceptos fundamentales implementados en el ámbito profesional y su aplicabilidad para el desarrollo de destrezas motrices e intelectuales, como por ejemplo la comunicación asertiva, capacidad de resolución, fortalecimiento del carácter, criterio objetivo en la toma de decisiones, manipulación precisa de organismos vegetales, planeación y programación de actividades, ejecución de protocolos, autonomía, entre otras habilidades que no solo nutrirán el desempeño profesional sino también personal de un estudiante.

Finalizando así con la pasantía, cumpliendo la totalidad de sus objetivos y ampliando la perspectiva de los grandes alcances de la biología, la estrecha relación entre plantas y humanos y el avance tecnológico que beneficia y suplente las necesidades nacidas de una

dependencia histórica entre ambos grupos, aquella que impulso el desarrollo de la cultura y la complejidad de las sociedades humanas.

7. Recomendaciones

Se recomienda que todos los estudiantes que decidan realizar una pasantía en cualquier área de trabajo y dirigiendo el enfoque a las dinámicas de trabajo específicas en un laboratorio de biotecnología vegetal, dispongan de tiempo completo para el desarrollo de esta, pues es importante mitigar riesgos que impidan desempeñar el rol destinado en la institución como superposición del tiempo académico con horas laborales y problemas en la ejecución de protocolos que requieran de un desarrollo sin interrupciones.

Sumado a ello, se sugiere aprovechar al máximo los espacios dispuestos para la formación profesional e interiorizar cada aprendizaje con buen desempeño para lograr un mayor alcance en el propósito neto de una pasantía, capacitación laboral, entrenamiento vocacional y preparación profesional.

8. Bibliografía

- Altman, A. (2019). Plant tissue culture and biotechnology: Perspectives in the history and prospects of the International Association of Plant Biotechnology (IAPB). *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 55(5), 590-594.
<https://doi.org/10.1007/s11627-019-09982-6>
- Chawla, H. S. (2011). *Introduction to Plant Biotechnology (3/e)* (3.^a ed.). CRC Press.
- Jamshidi-Kia, F., Lorigooini, Z., & Amini-Khoei, H. (2018). Medicinal plants: Past history and future perspective. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 7(1), 1-7.
<https://doi.org/10.15171/jhp.2018.01>
- Kloppenborg, J. R. (2005). *First the Seed: The Political Economy of Plant Biotechnology*. Univ of Wisconsin Press.
- Kumar, P. P., & Loh, C. S. (2012). Plant tissue culture for biotechnology. En *Plant Biotechnology and Agriculture* (pp. 131-138). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381466-1.00009-2>
- Loberant, B., & Altman, A. (2010). Micropropagation of plants. *Encyclopedia of Industrial Biotechnology: Bioprocess, Bioseparation, and Cell Technology*. Wiley, New York, 3499-3515.
- Pérez, A. M. A. (2005). *Propagación in vitro a partir de meristemas de cinco variedades comerciales de Dianthus caryophyllus L. (clavel)* [Tesis, Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias]. <http://hdl.handle.net/10554/8740>
- Relf, D. (1992). Human Issues in Horticulture. *HortTechnology*, 2(2), 159-171.
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.2.2.159>

- Schaal, B. (2019). Plants and people: Our shared history and future. *PLANTS, PEOPLE, PLANET*, 1(1), 14-19. <https://doi.org/10.1002/ppp3.12>
- Shoemaker, C. A. (1994). Plants and Human Culture. *Journal of Home & Consumer Horticulture*, 1(2-3), 3-7. https://doi.org/10.1300/J280v01n02_02
- UBI - Unidad de Biotecnología Vegetal. (s. f.). *Universidad CES*. Recuperado 13 de abril de 2021, de <https://www.ces.edu.co/investigacion-e-innovacion/unidades-de-negocio-basadas-en-conocimiento/ubi-unidad-de-biotecnologia-vegetal/>
- Von Baeyer, E. (2010). *The Development and History of Horticulture*. 25.
- Zhou, W. Z. (1995). THE ROLE OF HORTICULTURE IN HUMAN HISTORY AND CULTURE. *Acta Horticulturae*, 391, 41-52. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.391.3>