

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Programa de Apoyo a Centros de

Investigación Externos II



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

4G03 Programa de Apoyo a Centros de Investigación Externos II
Estandarización e implementación de un protocolo de propagación y
enraizamiento para *Persea americana*

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Ing. en Biotecnología, Rogelio Zúñiga Chávez

Profesor PAP: Dr. Juvencio Castañeda Nava

Tlaquepaque, Jalisco, mayo de 2023

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	4
1. 5	
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	4
1.2 Caracterización de la organización	5
1.3 Identificación de la(s) problemática(s)	5
1.4. Planeación de alternativa(s)	5
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	5
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	6
1.7. Bibliografía y otros recursos	6
1.8. Anexos generales	6
2. Productos	7
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia	7
3.1 Sensibilización ante las realidades	8
3.2 Aprendizajes logrados	8

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

El PAP Estandarización e implementación de un protocolo de propagación y enraizamiento para *Persea americana* tiene como objetivo establecer el protocolo de propagación y enraizamiento de *Persea americana* in vitro. Para lograr este objetivo general, se establecieron tres objetivos específicos: Definir un protocolo exitoso para el establecimiento in vitro de *P. americana*, lograr la inducción de raíces en explantes pretratados de *P. americana* y disminuir el número de contaminaciones en el establecimiento in vitro de *P. americana*.

Se analizó el efecto de un medio de enraizamiento formulado con ácido indol butírico y agar en la generación de raíces. Además, se estudió el efecto del almacenamiento prolongado del germoplasma en el éxito de su establecimiento in vitro. También se analizó el comportamiento de dos variedades diferentes de *P. americana*, Duke7 y raza mexicana, bajo las mismas condiciones de cultivo.

Los resultados indican que un medio de enraizamiento formulado con mayor cantidad de agar y con presencia de ácido indol butírico es el ideal para la inducción de raíces en *P. americana*. Asimismo, se encontró que el almacenamiento del germoplasma no tiene repercusión a la hora de su establecimiento.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones, que de manera colaborativa construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

El Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) es un centro de investigación y desarrollo tecnológico e innovación que ofrece servicios tecnológicos y formación de recursos humanos especializados a través de pasantías y posgrados. El centro cuenta con una trayectoria de más de 40 años en los sectores agropecuario, alimentos y bebidas, salud animal y humana, medio ambiente y energía sustentable.

El proyecto que se desarrollará en el CIATEJ es del tipo experimental con los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Establecer el protocolo de propagación y enraizamiento de *Persea americana* in vitro.

Objetivos Específicos

- Definir un protocolo exitoso para el establecimiento in vitro de *Persea americana*.
- Lograr la inducción de raíces en explantes pretratados de *Persea americana*.
- Disminuir el número de contaminaciones en el establecimiento in vitro de *Persea americana*.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

El mercado del aguacate no ha hecho más que crecer en los últimos años y se espera que sea de 13.97 billones con un 7.2% de crecimiento para el año 2030 [1]. México es el productor del 40% del aguacate del mundo y Michoacán, por su parte, es el productor del 70% del aguacate de México [1], esto hace imperativo encontrar maneras más eficientes de producirlo. El aguacate, a nivel comercial, se produce mediante un árbol injertado (usualmente con la variedad Hass) que utiliza la robustez de los portainjertos para crecer más rápidamente y ser más resistente a condiciones climáticas adversas, así como frente a plagas, por lo que son dos las variedades de aguacate las que deben ser reproducidas: el portainjerto (criollo, raza mexicana, Duke 7, etc.) y el injerto que fructifica (Hass) [2] .

Actualmente el uso de plántulas desde semilla como porta injertos, produce una gran variabilidad en cuanto a producción, vigor y tolerancia. Esto hace que se busquen alternativas

clonales como la micropropagación, sin embargo, el aguacate es conocido por ser una planta leñosa particularmente difícil de micropropagar [3]. El método comercial actual conocido como franqueamiento es costoso y lento, ya que requiere injertar una plántula de invernadero que se someterá a etiolación del brote a enraizar. Este proceso no es 100% efectivo ya que presenta un 35% de muerte en el injerto (solo el portainjerto sobrevive lo cual es comercialmente inútil) [4].

Una de las principales razones para la búsqueda de técnicas de micropropagación es la resistencia de las variedades clonadas mejoradas a plagas que afectan el cultivo del aguacate. Una de las plagas más importantes a nivel mundial, es la podredumbre de raíz causada por los diversos patógenos del género *Phytophthora* [5], del cual *Phytophthora cinnamomi* es considerada como una de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo, y la enfermedad más común en el cultivo del aguacate. Este oomiceto es increíblemente difícil de erradicar ya que tiene la capacidad de formar esporas y además tiene una capacidad saprofita importante lo que le permite vivir en los suelos por más de 7 años sin ninguna planta que infestar [6]. Además del control biológico y el uso de fungicidas, uno de los métodos con más éxito para hacer frente a la enfermedad es la utilización de portainjertos clonales que sean resistentes a ella, por lo que es de vital importancia establecer métodos de reproducción clonal como la micropropagación por yemas que se utiliza en el presente PAP.

El método de micropropagación por yemas es uno de los más usados por su alta estabilidad genética con mínimas mutaciones o quimeras, en este método la etapa de establecimiento es la más importante debido al fracaso ya sea por la oxidación fenólica de tejidos, la contaminación microbiana, la baja viabilidad/rebrote, etc. [7]. Este método de clonación es muy efectivo para la producción en masa de especies leñosas como el aguacate. Si se lograra establecer un método con este aumento de producción, eso significaría mayores ingresos, así como mayor competitividad para los productores nacionales de aguacate.

En México, si bien Michoacán es el mayor estado productor del país, Jalisco cuenta con 10 municipios productores de aguacate como puede observarse en la figura 1, los cuales son exportadores a través de la APEAM (Asociación de Productores y Empacadores

Exportadores de Aguacate de México), la cual coordina las relaciones entre los Estados Unidos y México para la exportación de este producto. Según la APEAM existen 34,857 productores nacionales que exportan 962 mil toneladas a Estados Unidos y 138 mil toneladas a otros destinos como Japón o Canadá tan solo en el año 2023 [8].

Con estas cifras tan solo podemos imaginar el impacto económico que tendría un aumento de producción por más mínimo que sea en los municipios productores, así como en el Producto Interno Bruto (PIB) nacional. El flujo de dinero además podría promover una cultura de cultivo sustentable que tanto se necesita en este caso en particular.

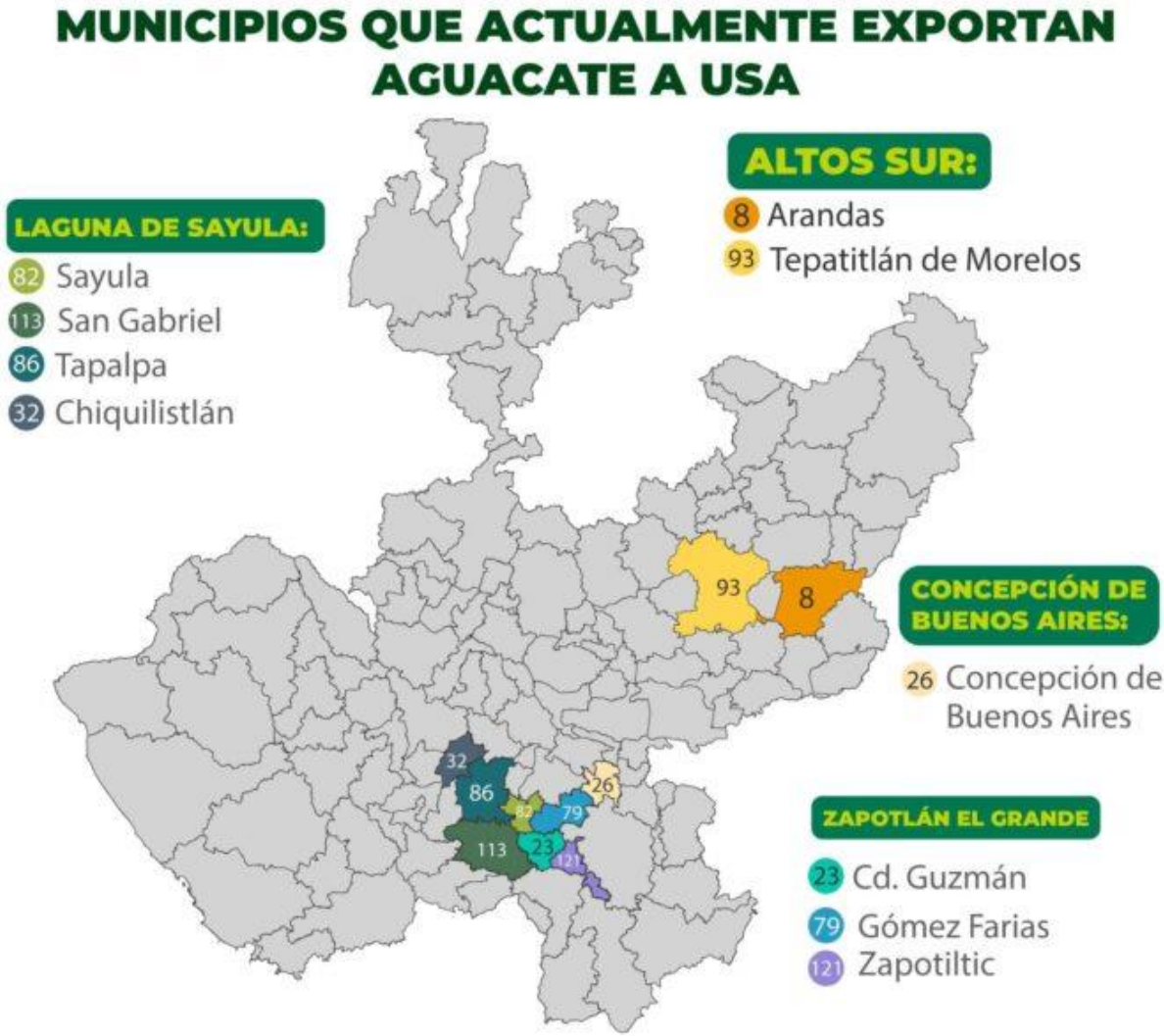


Figura 1. Municipios productores de aguacate en Jalisco [8].

1.2 Caracterización de la organización

El Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ) es un Centro de Investigación que pertenece a la Coordinación de Medio Ambiente, Salud y Alimentación del Sistema de Centros Públicos de Investigación (CPI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Desde hace más de 40 años, el Centro ha realizado actividades de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, además de ofrecer servicios tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con programas de posgrado (maestrías y doctorados), educación continua (capacitación) e iniciación a la investigación (estancias y tesis de pregrado). Todo ello para ofrecer soluciones tecnológicas y de capital humano que contribuyan a mejorar la competitividad de los diversos actores sociales en los sectores agropecuario, alimentos y bebidas, salud animal y humana, medio ambiente y energía sustentable [9].

Misión y visión

El CIATEJ es un Centro Público de Investigación del CONACYT que impulsa el desarrollo sostenible de la sociedad, mediante la generación de conocimiento de vanguardia, formación de talento especializado y aplicación innovadora de la ciencia y tecnología [9]. Su visión es ser una organización que fomenta el conocimiento e innovación tecnológica, a través de redes de colaboración nacionales e internacionales y alianzas con los sectores público y privado para contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad [9].

El presente PAP se desarrolla en la subsección del CIATEJ localizada en el Camino Arenero 1227, El Bajío, 45019 Zapopan, Jalisco. El proyecto se ubica en el área de biotecnología vegetal (liderada por la doctora Antonia Gutiérrez Mora) y se encuentra bajo la supervisión del Dr. Juvencio Castañeda Nava.

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

Actualmente existe una creciente demanda por el fruto de *Persea americana* mejor conocido como aguacate, que se envía por toneladas únicamente a nuestro mayor socio comercial Estados Unidos de América. Esta creciente demanda ha ocasionado una carestía y el aumento de precios de este preciado fruto, ya que por el momento solo existe un método asexual de propagación que se utiliza comercialmente el cual es laborioso, caro y lento. Este proceso conocido como franqueamiento ha sido utilizado por más de 50 años, pero actualmente ya no es suficiente para cubrir las necesidades del mercado [10].

Por el momento se han buscado alternativas para la reproducción comercial de *Persea americana*, descartando la utilización de semillas por su alta variabilidad genética (y por ende diferentes características en el fruto), así como el de la micropropagación *in vitro* debido a la falta de un protocolo que evite la necrosis del tejido ya que los fenoles producidos por la propia planta. Además, se considera a todas las plantas leñosas, como *Persea americana*, recalcitrantes al cultivo *in vitro* porque tienen una baja capacidad morfogénica en plantas adultas comparadas con plantas jóvenes [10].

1.4. Planeación de alternativa(s)

Existen muchos métodos de micropropagación vegetal, tales como organogénesis, cultivo de meristemas, embriogénesis somática, cultivo de anteras, cultivo de protoplastos y proliferación de yemas. Cada uno de estos métodos tiene sus ventajas y predilecciones dependiendo de lo que se desee hacer, pero en este Proyecto de Aplicación Profesional (PAP), se optó por el método de proliferación de yemas debido a su baja variabilidad genética y su alto rendimiento ya que se obtienen más brotes por ciclo de cultivo lo que la hace la técnica predilecta para producción masiva comercial [11].

Proliferación de yemas

Es una técnica de propagación clonal que se usa mucho en especies forestales, consiste en seleccionar tallos con muchas yemas, promover su desarrollo y alargamiento para después separarlas y enraizarlas, formando así nuevas plantas. En la figura 2 puede observarse el

proceso general de recolección, desinfección de brotes, incubación/proliferación, trasplante y enraizamiento para finalmente aclimatar plantas adultas de las que se obtendrán nuevos tallos con más yemas para repetir el ciclo [12]. Es importante notar que este método depende en gran parte de la edad de los brotes que se utilicen, por lo que deben ser brotes terminales jóvenes para tener la mayor probabilidad de éxito [12].

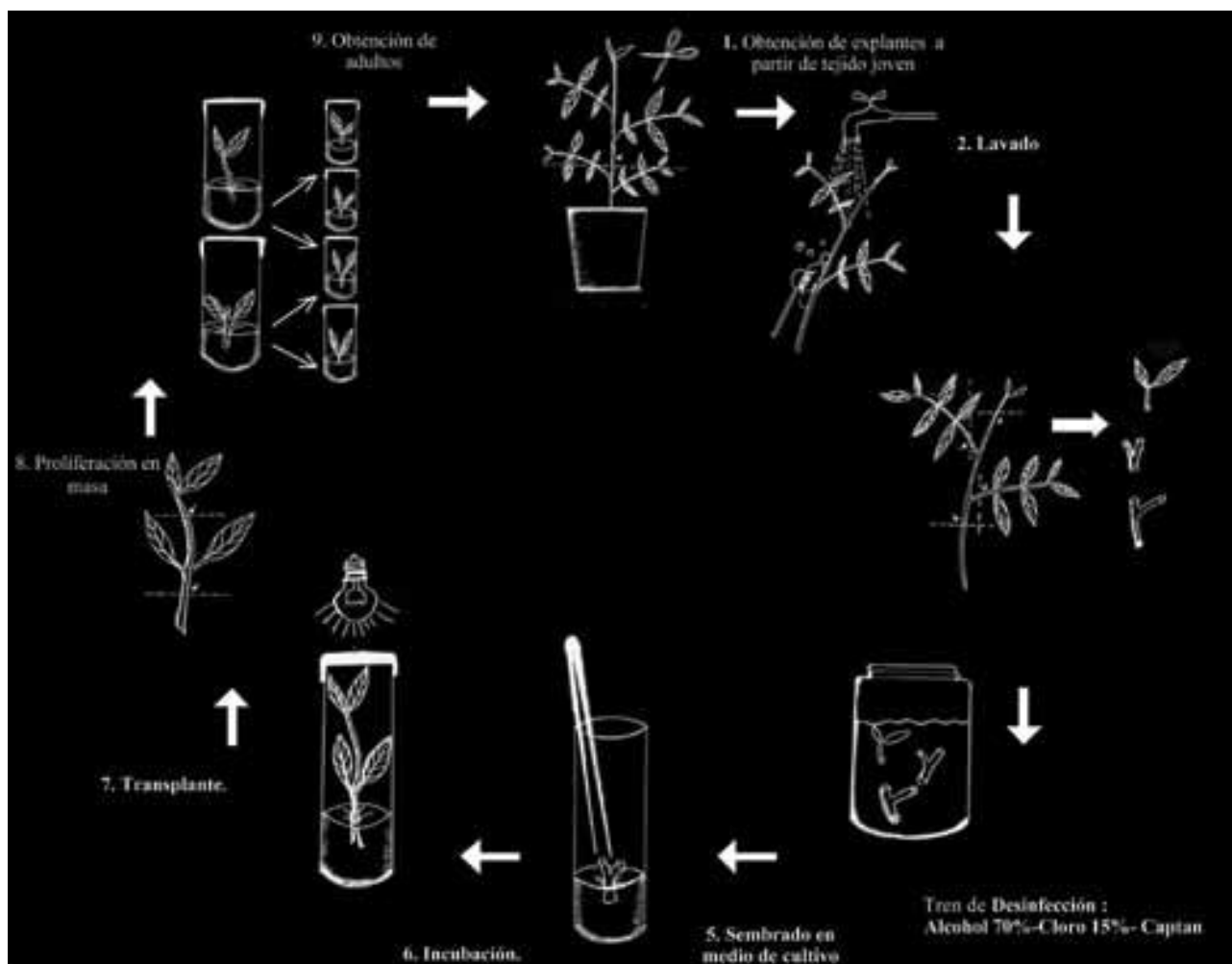


Figura 2. Descripción general del proceso de proliferación de yemas [12]

En la tabla 1 se muestra el plan de trabajo del presente PAP. Se especifican los recursos humanos, materiales, y tecnológicos necesarios para cumplir cada actividad. Además, se anota el tiempo requerido para llevar a cabo las actividades y la semana en la cual se planea realizarlas.

Tabla 1. Cronograma del proyecto

Nombre de la actividad	R e c u r s o s	T i e m p o (d í a s)	S e m a n a 1	S e m a n a 2	S e m a n a 3	S e m a n a 4	S e m a n a 5	S e m a n a 6	S e m a n a 7	S e m a n a 8	S e m a n a 9	S e m a n a 10	S e m a n a 11	S e m a n a 12	S e m a n a 13	S e m a n a 14	S e m a n a 15	S e m a n a 16
Preparación de medios de proliferación	Au Mi	4																
Preparación de juegos de desinfección	Au	2																
Corte y desinfección de brotes	Ca Pe	3																
Siembra/traspaso de brotes asépticos en campana	Ca	4																
Incubación in vitro	In As	40																
Enraizamiento de Brotes	In As	1																
Limpieza de material contaminado y de uso general	Au																	

Presentar el avance 4 al director	As																		
Presentación final oral																			

La tabla 2 muestra el significado de las abreviaturas utilizadas para referir los recursos necesarios en cada actividad planeada.

Tabla 2. Abreviaturas de los recursos señalados en el cronograma

Abreviatura	Recurso
As	Asesoría con el Dr. Juvencio
Ca	Campana de flujo laminar
Au	Autoclave
Pe	Pesticidas y agroquímicos
Mi	Horno de Microondas
In	Incubadora con luz para plantas in vitro

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

Las yemas y el tejido meristemático

El tejido meristemático es un componente crítico de las técnicas de micropropagación de plantas ya que es un tipo de tejido indiferenciado que se encarga del crecimiento y desarrollo vegetal. Está presente en varias partes de la planta, incluidas las puntas de las raíces, las puntas de los brotes y el cambium. Esta característica lo hace indispensable para técnicas de micropropagación de plantas, ya que tiene la capacidad de regenerarse y diferenciarse en varios tejidos y órganos vegetales [13].

Algunas técnicas de micropropagación de plantas implican el uso de tejido meristemático para producir un gran número de plantas genéticamente idénticas, lo cual ha revolucionado el fitomejoramiento al ser una herramienta importante para la conservación de especies de plantas raras y en peligro de extinción. Este tejido también se utiliza en otras técnicas de micropropagación de plantas, como la embriogénesis somática y la organogénesis. La embriogénesis somática implica la regeneración de embriones a partir de células somáticas, mientras que la organogénesis es la regeneración de órganos a partir de tejido meristemático [14].

El uso de tejido meristemático en técnicas de micropropagación de plantas tiene varias ventajas. En primer lugar, permite la producción de un gran número de plantas genéticamente idénticas, lo cual es importante para el fitomejoramiento, ya que favorece la selección de características deseables y la producción de material vegetal uniforme [12]. En segundo lugar, permite la propagación de especies de plantas raras y en peligro de extinción que pueden ser difíciles de propagar a través de métodos tradicionales, y finalmente, produce plantas libres de enfermedades ya que la naturaleza de los meristemos es estar libre de virus y bacterias [15].

Cultivo de tejidos: Proliferación de yemas

La proliferación de yemas es un método utilizado para la propagación clonal de plantas en el que una sola planta se multiplica para producir múltiples copias idénticas. En esta técnica se utilizan las puntas de brotes o nudos de una planta para ser desarrollados en un medio de cultivo en condiciones asépticas [12].

El procedimiento para la proliferación de brotes implica primero la selección de la planta de origen, ya que es importante que la planta de origen este sana, libre de enfermedades y que posea el fenotipo deseado. Después se procede a la esterilización la cual consiste en eliminar cualquier tipo de bacteria y hongo que pueda competir con la planta en el medio de cultivo, se usan agentes esterilizantes como etanol o hipoclorito de sodio [16], sin embargo, es

importante mencionar que esto solo aplica a patógenos externos, si la planta se encuentra enferma y contiene patógenos en su xilema, es imposible micropropagarla de este modo [17].

Después de esterilizar la planta de origen, es necesario preparar el medio de cultivo mezclando los nutrientes necesarios, vitaminas, reguladores de crecimiento y agar para formar un gel sólido o semisólido. El medio más utilizado para la proliferación de brotes es el medio Murashige y Skoog (MS).

Los explantes esterilizados se colocan sobre la superficie del medio de cultivo en placas de Petri o contenedores. Las placas o contenedores que se mantienen en un ambiente controlado con condiciones adecuadas de temperatura, luz y humedad. La temperatura se mantiene generalmente entre 20-25°C y la intensidad lumínica entre 3000-5000 lux con un fotoperíodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad. Después de algunas semanas, los explantes comienzan a desarrollar brotes, que se pueden observar al microscopio. Una vez que los brotes han alcanzado un tamaño adecuado, se pueden subcultivar en medios nuevos para continuar con el proceso de proliferación. Esto se hace quitando con cuidado los brotes del medio de cultivo, cortándolos en trozos pequeños y colocándolos en medios frescos.

Después de múltiples subcultivos, los brotes están listos para ser transferidos al suelo; primero se transfieren a un medio de enraizamiento, donde desarrollan raíces. Una vez que se han formado las raíces, las plantas se transfieren al suelo y se aclimatan a las condiciones normales de crecimiento. En conclusión, la proliferación de brotes es un método útil para la propagación clonal de plantas. Permite la producción de una gran cantidad de plantas idénticas a partir de una sola planta de origen. Esta técnica tiene muchas aplicaciones en agricultura, horticultura y silvicultura para la producción de plantas de alta calidad con características deseables.

Desarrollo de protocolo para la proliferación de yemas de P. americana: Experimento de luz y oscuridad en brotes de P. americana variedad Hass

Para la proliferación de yemas de aguacate variedad Hass, se prepararon 0.5 Litros de medio sólido y medio líquido según la composición que se muestra en la tabla 3. El medio líquido

se distribuyó en 20 botes transparentes de medio líquido y 10 botes transparentes de medio sólido.

Tabla 3. Composición del medio de proliferación para aguacate

Compuesto	Concentración
Medio WPM	2.3 g/L
Sacarosa	20 g/L
Kinetina	2 g/L
pH	5.8
Phytigel	3 g/L

De un árbol de aguacate de la variedad Hass se seleccionaron 30 brotes jóvenes (figura 3) con numerosas yemas, los cuales se cortaron (figura 4) y sometieron a un lavado con jabón y agua para pasar al tratamiento de desinfección en un litro de solución antifúngica y antibiótica cuya composición se muestra en la tabla 4. En esta solución se dejaron en un rotador orbital para mantener el movimiento por 45 minutos, pasados los 45 minutos se desechó la solución y se pasaron los brotes a la campana de flujo laminar.



Figura 3. Brotes recién cortados de *P. americana*

Tabla 4. Composición de la solución antifúngica/antibiótica

Compuesto	Concentración
Captan®	2 g/L
Bactrol®	2 g/L
Jabón potásico	5ml por cada Litro
Aliette®	2 g/L
NovaBacter®	2 g/L

En la campana de flujo laminar, se esterilizaron los brotes con una solución de hipoclorito de sodio al 3%, en la cual reposaron durante 8 minutos. Una vez pasado el tiempo se pasaron a una solución de agua estéril para enjuagar el cloro. Los recipientes con los brotes se agitaron manualmente de manera vigorosa durante 10 minutos; este proceso se repitió tres veces.



Figura 4. Brotes deshojados y listos para ser desinfectados de *P. americana*

Las campanas no poseen un filtro en la extrada, por lo que es necesario delimitar una zona en el centro como Zona estéril. Para ello se coloca una placa de aluminio y encima el bisturí

con pinzas. Estas se irradiaron con luz UV (ultravioleta) para finalmente esparcir alcohol del 96 por toda la paca y utensilios para poder encenderlo con fuego para asegurar esterilidad, este proceso se hace mínimo por triplicado. Una vez flameado y estéril, tanto la placa como las herramientas, se procedió a sacar los brotes del agua con las pinzas estériles y ponerlas sobre la placa estéril, para cortar el tejido oxidado por el hipoclorito como se muestra en la figura 3 . Después, en cada bote de medio de cultivo se planto un brote, en el caso de los sólidos se introdujo el brote verticalmente, y en el caso de los medios líquidos solo se colocó en posición horizontal. Finalmente, cada bote se selló con Parafilm, y 10 de los medios líquidos se colocaron bajo una luz fluorescente y en movimiento elíptico, mientras que los otros 10 se metieron a una incubadora orbital a temperatura ambiente y en completa oscuridad. Los medios sólidos se colocaron en el incubador número 1 que posee una temperatura de 25 °C y un fotoperiodo de 8 h al día como se muestra en la figura 4.



Figura 5, Material de trabajo en campana, con placa, pinzas y bisturí flameado



Figura 6, Incubador #1

Lamentablemente después de 2 semanas se comprobó que todos los medios terminaron contaminados ya sea por hongos o por bacterias como se observa en la figura 7 ,por lo que no se pudo continuar con este experimento.



Figura 7. Contaminación en brotes de *P. americana* var. Hass. Contaminación fúngica en medio sólido (a) y contaminación bacteriana en medio líquido (b).

*Proliferación de yemas en *P. americana* variedad Duke 7 y raza mexicana*

Se eligieron 30 brotes de raza mexicana y 42 de Duke7, de los cuales 15 brotes de raza mexicana y 21 de Duke7 fueron sometidos al mismo procedimiento de desinfección usado en los brotes Hass el cual fue explicado en el experimento anterior. Los otros 15 brotes de raza mexicana y 21 de Duke7 pasaron por el mismo proceso con la diferencia de que se agregó shock térmico después de estar 45 minutos en la solución antibiótica/fúngica.

El shock térmico consistió en mantener los brotes en agua a una temperatura de 75 °C durante 1 minuto, para después ser pasados rápidamente a agua con una temperatura de 4°C durante otro minuto. Pasado este tiempo se desinfectaron de la misma manera que los brotes Hass en hipoclorito de sodio al 3% con sus subsecuentes lavados.

Dentro de la campana de flujo laminar se pasó cada brote a un medio solido de proliferación de yemas con la composición de la tabla 3. Después se colocaron los botes de medio en el incubador Núm. 1 (Figura 6), obteniéndose 21 botes de Duke 7 con shock térmico, 19 botes de duke7 sin shock térmico, 16 botes de raza mexicana con shock térmico, 24 botes de raza mexicana sin shock térmico. Se realizaron observaciones de seguimiento cada semana para encontrar contaminaciones y seguir el progreso de cada brote.

Después de una semana todos los brotes tratados con shock térmico terminaron necrosados por lo que no se pudo continuar con ellos. En el total de la duración del experimento (que fue de 6 semanas) se obtuvieron 16 contaminaciones y 7 necrosis. En total solo se encontró crecimiento en 18 botes de raza mexicana (figura 9c) con 2 necrosis (figura 9b) y 4 contaminaciones. Todos los botes de Duke7 terminaron o contaminados (12botes) o con necrosis (7 botes) (figura 9a), lo cual se ejemplifica en la figura 8.

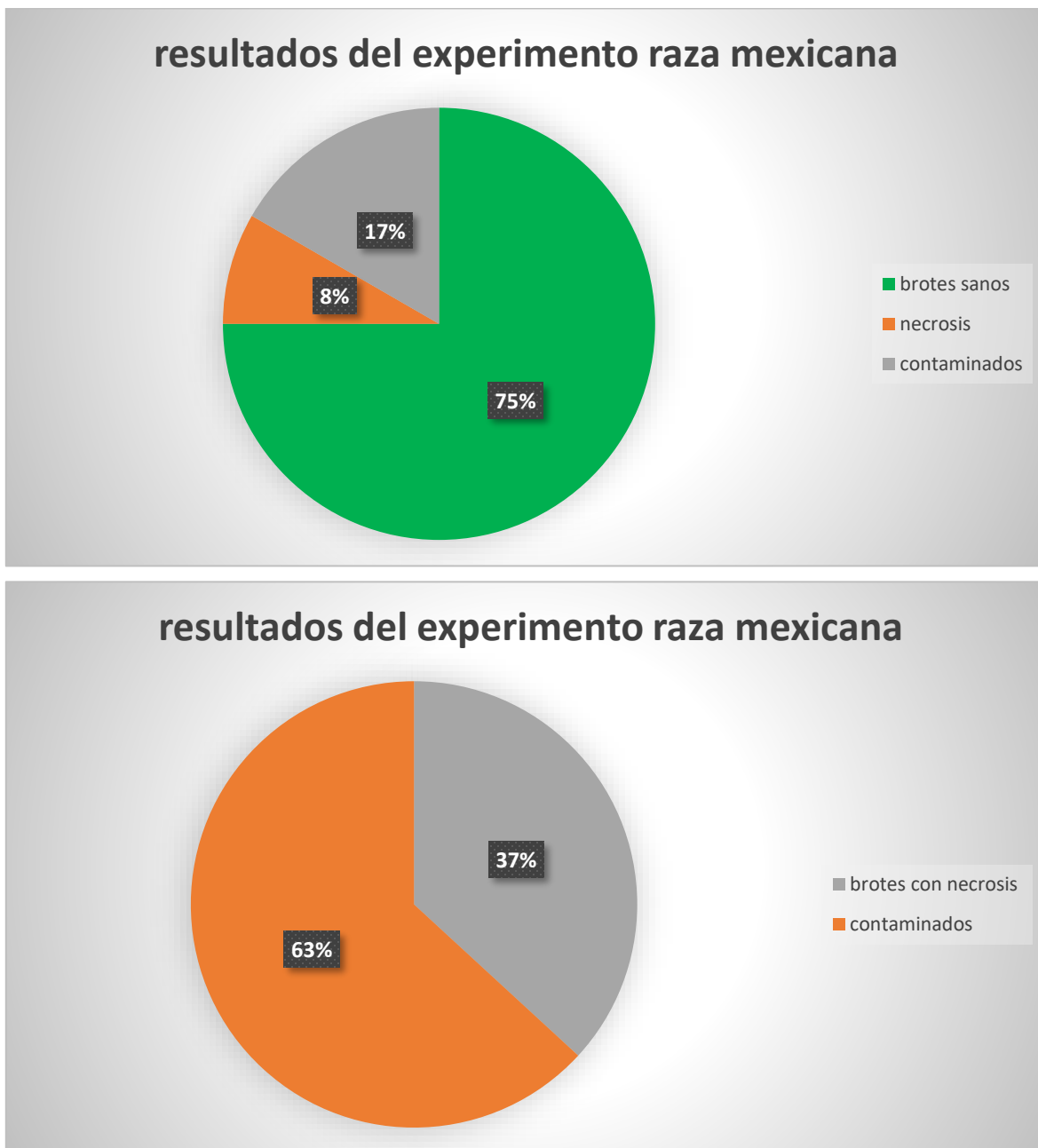


Figura 8. Gráfica de los resultados del experimento con Duke 7 (b), y con raza mexicana (b).



Figura 9. (En orden de izquierda a derecha) Brotes con necrosis de Duke 7 (a) y de raza mexicana (b). El brote sano de raza mexicana corresponde a la imagen (c).

Como conclusión podemos decir que el germoplasma de la variedad Duke7 no es el adecuado para este tipo de procedimiento ya que ningún brote fue exitoso, las razones por las cuales los brotes terminaron con necrosis son aún desconocidas. Por su parte, los brotes de la variedad raza mexicana respondieron favorablemente con un 75% de éxito, lo que nos indica que esta es una metodología aceptable para su establecimiento *in vitro*.

Experimento de enraizamiento con aguacate X

En el laboratorio de CIATEJ ya existían 20 brotes establecidos *in vitro* de un aguacate sin nombre, por lo que se le denominó X (figura 10). Lamentablemente, este aguacate tenía 2 tipos de contaminación bacteriana, una con colonia amarilla (figura 11a) y otra con colonia blanca (figura 11b). Por esta razón, se decidió utilizar nanopartículas de plata en el proceso de desinfección como se describe a continuación.



Figura 10. Aguacate X, establecido in vitro



Figura 11. Aguacate X con contaminación bacteriana: (a) colonias amarillas y (b) colonias blancas.

Los aguacates X se desinfectaron saltándose los primeros pasos descritos para los brotes de aguacate Hass (ya que estos ya se encontraban in vitro), además de tener la precaución de cortar los tallos dentro de la campana de flujo laminar sin tocar el medio de cultivo contaminado. Después se desinfectaron los tallos con hipoclorito de sodio, como se describió anteriormente, con la particularidad de que el primer lavado no solo era agua estéril, sino que se agregaron 2 ml de nanopartículas de plata con 2 ml de tween 20 en aproximadamente 200 ml de agua estéril. Pasados 10 minutos en esta solución se continuó con dos lavados con solo agua estéril. En este caso no fue necesario retirar las hojas de los tallos ya que lo que se buscaba en este experimento era la generación de raíz.

Para probar composiciones y el factor de crecimiento propuesto por la literatura, se dividieron los 20 brotes en 4 tipos de medios de enraizamiento diferentes los cuales se muestran en la tabla 5. Los factores para comprobar fueron la dureza del medio de enraizamiento y el regulador de crecimiento en su papel para asegurar el enraizamiento brotes de aguacate. Para ello se diseñaron dos medios duros, uno con factor de crecimiento (ácido indol butírico) y el otro sin factor, así como dos medios blandos igualmente uno con regulador de crecimiento y el otro sin regulador de crecimiento de crecimiento.

Tabla 5. Composición de los medios de enraizamiento

Nombre designado al medio	Composición
Medio duro CON	10g/L de agar 30g/L de sacarosa 100 ml de concentrado MS por cada litro 5.8 de PH Acido indol butírico (AIB) 5 mg /L
Medio duro SIN	10g/L de agar 30g/L de sacarosa 100 ml de concentrado MS por cada litro 5.8 de PH
Medio blando CON	8g/L de agar 30g/L de sacarosa 100 ml de concentrado MS por cada litro 5.8 de PH Acido indol butírico (AIB) 5 mg /L
Medio blando SIN	8g/L de agar 30g/L de sacarosa 100 ml de concentrado MS por cada litro 5.8 de PH

Después de 3 semanas y sin ninguna contaminación, se encontró que hubo dos enraizamientos en el medio blando SIN, uno en el medio duro SIN y otro en el medio duro CON. La tabla 6 muestra los últimos resultados que se obtuvieron.

Tabla 6. Resultados del experimento de enraizamiento

Numero (frascos)	Tipo de medio	Numero de enraizamientos
4	Medio duro CON	4
4	Medio duro SIN	1
5	Medio blando CON	4
4	Medio blando SIN	2

Para poder utilizar los datos de la tabla 6, es necesario analizarlos estadísticamente para saber el efecto que tienen ambos factores, así como su interacción. Por lo tanto, se desarrolló un ANOVA balanceado utilizando como factores la dureza y la presencia de AIB y el enraizamiento como respuesta. Como podemos observar en la tabla 7, el factor de añadir AIB es determinante para la formación de raíces dado su P-value es menor que 0.05, lo que en análisis de experimentos significa que la probabilidad de que la hipótesis nula sea verdadera es del 0.05%. Esto claramente concluye que la adición de AIB tiene un efecto benéfico a la hora de obtener enraizamiento.

Tabla 7. Resultados del ANOVA

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
con dureza	1	0.00263	0.00263	0.01	0.910
precencia d Acido indolbutirico	1	1.16053	1.16053	5.92	0.030
con dureza*precencia d Acido indolbutirico	1	0.21316	0.21316	1.09	0.316
Error	13	2.55000	0.19615		
Total	16	3.88235			

La tabla 8 muestra los promedios de cada condición y su combinación. La condición ideal es la del medio con AIB duro ya que es el que presenta la mejor media de todos.

Tabla 8. Resultados de las medias

Means

Term	Fitted Mean	SE Mean
con dureza		
0	0.650	0.149
1	0.625	0.157
presencia d Acido indolbutirico		
0	0.375	0.157
1	0.900	0.149
con dureza*presencia d Acido indolbutirico		
00	0.500	0.221
01	0.800	0.198
10	0.250	0.221
11	1.000	0.221

Las figuras 12, 13, 14 y 15 muestran las raíces generadas por aguacate X. Es importante notar que todas las plantas con AIB producen cayo.



Figura 12. Aguacates X con raíces del medio Duro con AIB. (a) primer aguacate y (b) segundo aguacate.



Figura 13. Aguacates X con raíces del medio Duro con AIB. (a) primer aguacate y (b) segundo aguacate.



Figura 14. Aguacate X con raíces del medio Blando sin AIB. (a) primer aguacate y (b) segundo aguacate.



Figura 15. Aguacate X con raíces en medio Duro SIN

Si bien el AIB se ha demostrado como un inductor exitoso de raíces es curioso notar que las raíces más grandes de todo el experimento fueron las de la figura 15 la cual no posee AIB. Esto podría deberse a que este aguacate en específico está afectado por algún otro factor desconocido o a que su germoplasma sea más robusto y posea más plasticidad.

Experimento de esterilidad con brotes frescos y almacenados

Debido a la alta contaminación del primer experimento, se diseñó una propuesta para saber si el tiempo de almacenamiento de los brotes influía en la contaminación que presentarían *in vitro*. Se tomaron 14 brotes de aguacate Hass y se almacenaron en el refrigerador por 3 días para después estabilizarlos *in vitro* mediante la desinfección ya mencionada en el

experimento de luz y oscuridad. Después se cortaron 14 brotes frescos del mismo árbol e inmediatamente se esterilizaron de la manera que ya se mencionó y se establecieron *in vitro*. Ambos lotes de brotes, denominados “frescos” y “almacenados”, fueron puestos en el incubador número 1 en la espera de comprobar su esterilidad. Después de dos semanas se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados de esterilidad de aguacate Hass fresco y almacenado

	Contaminación por bacteria	Contaminación por hongo
Aguacate Hass “fresco”	<i>1 brote</i>	<i>2 brotes</i>
Aguacate Hass “almacenado”	<i>3 brotes</i>	<i>0 brotes</i>
<i>Total</i>	<i>3 brotes</i>	<i>3 brotes</i>

De acuerdo a la tabla 9 podemos concluir que no existe diferencia entre almacenar los brotes unos días y utilizarlos recién cortados del árbol, por lo que nuestro problema de frecuentes contaminaciones radica en otro aspecto del proceso. Aunque ambos lotes tuvieron exactamente las mismas contaminaciones, aunque el agente microbiológico fue diferente, siendo más comunes los hongos en el lote fresco y las bacterias en el almacenado. Mas experimentos son necesarios para determinar si existe alguna preferencia de los agentes microbiológicos por las condiciones de almacenamiento.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

Los resultados de las tablas 7 y 8 muestran que el medio de enraizamiento formulado con 10 g/L de agar y adicionado con ácido indol butírico provoca un aumento en la generación de raíces de *P. americana*. Esta formulación puede contribuir a hacer más eficiente y rápida la producción de plántulas de aguacate *in vitro*.

Se determinó que la variedad de portainjertos Duke7 no logra tener crecimiento de yemas por lo que no es posible utilizarla con este método, mientras que la variedad raza mexicana

tiene un éxito del 75% de brotes con crecimiento de yemas, lo cual es aceptable para producción comercial. También se encontró que el almacenaje de germoplasma no influye en el grado de contaminación que este pueda tener a la hora de establecerse *in vitro*, lo cual abre la posibilidad de poder tener germoplasma almacenado y no tener que extraerlo directamente de un árbol vivo.

Para obtener mayor información del establecimiento de aguacate *in vitro*, se propone un próximo proyecto que evalúe el protocolo de enraizamiento en diferentes variedades de portainjertos, así como la experimentación con diferentes composiciones del medio de cultivo para la inducción de yemas en la variedad Hass. También se propone un protocolo de injerto en condiciones *in vitro* para la producción de plantas listas para una plantación comercial,

1.7. Bibliografía y otros recursos

Bibliografía

- [1] J. C. G. Estudillo, «Optimal Planning for Sustainable Production,» *Springer*, vol. I, pp. 1-9, 2017.
- [2] B. d. A. B. ,. S. R. d. S. Mariana Freire Alberti, «Avances en la propagación del aguacate,» *Scielo Brasil*, vol. 40, pp. 1-10, 2018.
- [3] A. B. M. y. F. P. Alfaro, «MICROPROPAGATION OF AVOCADO,» *Springer* , pp. 519-542, 2003.
- [4] S. H. R. y. R. E. litz, «Micrografting and ex vitro grafting for somatic embryo rescue and plant recovery in avocado (*Persea americana*),» *Springer* , nº 82, pp. 1-9, 2005.
- [5] J. A. M. y. R. Ploetz, «Diseases of avocado,» *CABI libraries* , pp. 35-71, 2003.
- [6] G. A. Zentmeyer, «Avocado diseases,» *Taylor and Francis online*, pp. 388-400, 2008.
- [7] N. A. M. R. Gleymis Rios, «cultivo *in vitro* de yemas, tratadas con benciladenina, provenientes de cormos enteros o seccionados de plátano [cambur manzano],» *Scielo* , vol. 25, nº 2, 2013.
- [8] APEAM A.c., «APEAM,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.apeamac.com/que-es-apeam/?lang=es>. [Último acceso: 3 marzo 2023].
- [9] CONACYT, «CIATEJ,» -, 2023. [En línea]. Available: <https://ciatej.mx/el-ciatej/quienes-somos>. [Último acceso: 3 marzo 2023].

- [10] j. Hiti-Bandelarage, «Micropropagation of avocado (Persea americana Mill),» *American Journal of Plant Sciences* , vol. I, pp. 8-11, 2017.
- [11] A. R. S. M. R. D. Oswaldo A. Castellanos Hernandez, «Organogenesis indirecta y enraizamiento de Paulownia elongata,» *e-gnosis*, vol. 4, 2006.
- [12] L. B.-E. Ana Wegier, «Método para el establecimiento in vitro de caoba,» *inifap ResearchGate*, p. 33 50, 2013.
- [13] G. a. Hall, «Plant propagation by tissue culture,» *Springer*, pp. 45-66, 2013.
- [14] J. a. Gupta, «Protocol for somatic embryogenesis in woody plants,» *Springer*, 2013.
- [15] H. S. H. P. B. A. E. R. K. & S. R. Strosse, «Development of embryogenic cell suspensions from shoot meristematic tissue in bananas and plantains,» *plant Science*, vol. 1, pp. 104-112, 2006.
- [16] G. C. J. F. H. a. E. E. H. Phillips, «Adventitious shoot proliferation,» *Plant Cell, Tissue and Organ Culture: Fundamental Methods*, pp. 55-65, 1995.
- [17] G. T. R., «Fusarium oxysporum and the Fusarium wilt syndrome.,» *annual review of phytopatology*, vol. 55, pp. 23-39, 2017.
- [18] k. J.S., « Field evaluation of'Hass' avocado grown on'Duke 7','G6'and'G755C'rootstocks,» *in world avocado congress II*, pp. 301-303, 1992.
- [1] J. C. G. Estudillo, «Optimal Planning for Sustainable Production,» *Springer*, vol. I, pp. 1-9, 2017.
- [2] B. d. A. B. ,. S. R. d. S. Mariana Freire Alberti, «Avances en la propagación del aguacate,» *Scielo Brasil*, vol. 40, pp. 1-10, 2018.
- [3] A. B. M. y. F. P. Alfaro, «MICROPROPAGATION OF AVOCADO,» *Springer* , pp. 519-542, 2003.
- [4] S. H. R. y. R. E. litz, «Micrografting and ex vitro grafting for somatic embryo rescue and plant recovery in avocado (Persea americana),» *Springer* , nº 82, pp. 1-9, 2005.
- [5] J. A. M. y. R. Ploetz, «Diseases of avocado,» *CABI libraries* , pp. 35-71, 2003.
- [6] G. A. Zentmeyer, «Avocado diseases,» *Taylor and Francis online*, pp. 388-400, 2008.
- [7] N. A. M. R. Gley mis Rios, «cultivo in vitro de yemas, tratadas con benciladenina, provenientes de cormos enteros o seccionados de plátano Ꞥcambur manzanoꞤ,» *Scielo* , vol. 25, nº 2, 2013.
- [8] APEAM A.c., «APEAM,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.apeamac.com/que-es-apeam/?lang=es>. [Último acceso: 3 marzo 2023].
- [9] CONACYT, «CIATEJ,» -, 2023. [En línea]. Available: <https://ciatej.mx/el-ciatej/quienes-somos>. [Último acceso: 3 marzo 2023].

- [10] j. Hiti-Bandelarage, «Micropropagation of avocado (*Persea americana* Mill),» *American Journal of Plant Sciences*, vol. I, pp. 8-11, 2017.
- [11] A. R. S. M. R. D. Oswaldo A. Castellanos Hernandez, «Organogenesis indirecta y enraizamiento de *Paulownia elongata*,» *e-gnosis*, vol. 4, 2006.
- [12] L. B.-E. Ana Wegier, «Método para el establecimiento in vitro de caoba,» *inifap ResearchGate*, p. 33 50, 2013.
- [13] G. a. Hall, «Plant propagation by tissue culture,» *Springer*, pp. 45-66, 2013.
- [14] J. a. Gupta, «Protocol for somatic embryogenesis in woody plants,» *Springer*, 2013.
- [15] H. S. H. P. B. A. E. R. K. & S. R. Strosse, «Development of embryogenic cell suspensions from shoot meristematic tissue in bananas and plantains,» *plant Science*, vol. 1, pp. 104-112, 2006.
- [16] G. C. J. F. H. a. E. E. H. Phillips, «Adventitious shoot proliferation,» *Plant Cell, Tissue and Organ Culture: Fundamental Methods*, pp. 55-65, 1995.
- [17] G. T. R., «*Fusarium oxysporum* and the *Fusarium* wilt syndrome.,» *annual review of phytopatology*, vol. 55, pp. 23-39, 2017.
- [18] k. J.S., « Field evaluation of'Hass' avocado grown on'Duke 7','G6'and'G755C'rootstocks,» *in world avocado congress II*, pp. 301-303, 1992.

1.8. Anexos generales

2. Productos

Se utilizó la información obtenida en el presente PAP para la elaboración de una metodología para enraizamiento *in vitro* de *P. americana*.

Ficha descriptiva de: Metodología para enraizamiento *in vitro* de *P. americana*.

Nombre y código del PAP	4G03 Programa de Apoyo a Centros de Investigación Externos II
Nombre del proyecto	Estandarización e implementación de un protocolo de propagación y enraizamiento para <i>Persea americana</i>

Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es):	Documento que detalla la composición del medio de enraizamiento así como el procedimiento a seguir para el establecimiento y la generación de raíces de <i>Persea americana</i> , dirigido a El Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco
Autores:	Rogelio Zúñiga Chávez

Borrador del producto:

Metodología para enraizamiento *in vitro* de *P. americana*

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

- Contenedores
- Pinzas
- Placa de vidrio o acero 30 cm por 30 cm
- Bisturí
- Colador
- Vaso de pp de 1 l
- Matraz Erlenmeyer de 1 L
- Pipeta de 5ml
- Espátula pequeña y grande
- Bureta de 1 L
- Bureta de 100 ml
- Guantes de asbesto
- Parafilm
- Pipeta Pasteur

Equipos

- Campana de flujo laminar

- Horno de microondas
- Agitador orbital
- Balanza
- Autoclave

Reactivos

- Agar
- Acido indol butírico
- Sacarosa
- Concentrado de MS (Murashige y Skoog medio)
- Ácido clorhídrico
- Hidróxido de sodio
- Alcohol al 96

Métodos

Se preparan los litros de medio según sea necesario (tener en cuenta el volumen de su contenedor) y hacerlo de acuerdo a la composición que se muestra en la tabla 1.

Compuesto	Concentración
Medio WPM	2.3 g/L
Sacarosa	20 g/L
Acido indol butírico (AIB)	2 g/L
pH	5.8
Agar	10 g/L

Se pesan todos los componentes sólidos y se agregan al matraz Erlenmeyer, después se pipetea el AIB y se aforan con el agua suficiente.

Se ajusta el pH con el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio según sea necesario para 5.8 de pH

Se calienta el matraz en el horno de microondas hasta que quede transparente (cuidado con agitarlo rápido ya que se proyecta)

Se preparan 4 botes con agua corriente que se esterilizaran junto con los medios, 1 bote debe contener 200 ml de agua.

Se vacía el medio a los contenedores y se esterilizan en la autoclave por 17 min a 121°C y 15 Psi.

De un árbol de aguacate de la variedad que sea se cortan brotes jóvenes con numerosas yemas, se les despojan con cuidado de todas las hojas y se le somete a un lavado con jabón y agua.

En litro de solución antifúngica y antibiótica cuya composición se muestra en la tabla 2. se dejan remojar los brotes en un agitador orbital para mantener el movimiento por 45 minutos.

Pasado el tiempo se cuelan los brotes y se deshecha la solución, los brotes se colocan en el bote con 200ml de agua estéril y 100 ml de hipoclorito de sodio.

En la campana de flujo laminar, se dejan reposar durante 12 minutos. Una vez pasado el tiempo se pasan los brotes con pinzas estériles a uno de los botes de agua estéril para enjuagar el cloro.

Los recipientes con los brotes se agitan manualmente de manera vigorosa durante 10 minutos; y se repite tres veces con los otros botes de agua estéril.

Se coloca una placa de aluminio y encima el bisturí con pinzas y se esparce alcohol del 96 por toda la paca y utensilios

Una vez extendido y con mucho cuidado se debe encender con fuego para poder asegurar esterilidad, este proceso se debe hacer mínimo por triplicado.

Una vez flameado y estéril, tanto la placa como las herramientas, se sacan los brotes del agua con las pinzas estériles y se colocan sobre la placa estéril.

Se corta el tejido oxidado por el hipoclorito y se siembra en los botes con medio de manera vertical con el ápice hacia arriba

Finalmente, cada bote se sella con Parafilm, se rotula con fecha y especie para trasladarlo a un incubador que tenga luz.

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

3.1 Sensibilización ante las realidades

En este PAP tuve la oportunidad de poner en práctica mi honestidad e integridad, ya que hubo bastantes contaminaciones y esto causo atrasos en los experimentos, pero no comprometería los resultados de mi investigación con tal de hacerme el trabajo más fácil. Por otro lado, también tuve que ser justo, empático y paciente con los otros estudiantes del CIATEJ ya que compartíamos demasiadas áreas comunes y sobre todo equipos que tardaban horas en desocuparse.

Un tema importante que, aunque realmente no trabajé con el directamente, pero es lo suficientemente relevante, es todo lo que conlleva a los aguacates a ser considerados los diamantes de sangre de México. Es de conocimiento común que la venta de aguacate ha atraído secuestros, robos y muertes por parte del crimen organizado, la situación es tan crítica que ciertos pobladores ya no ven como suficiente la presencia militar y la ayuda humanitaria. Todo esto me pone a reflexionar sobre lo que estoy haciendo, ¿Cuál es la solución para este problema tan complejo? ¿Estoy acaso contribuyendo al deterioro ambiental y social al crear métodos de producción de aguacate más eficaces? No se la respuesta, y tampoco poseo demasiado control sobre lo que pasará con la información una vez que yo me gradué, pero al menos puedo decir que esta investigación se hizo sin ánimos de lucro.

3.2 Aprendizajes logrados

Uno de los obstáculos más grandes que enfrente al inicio del PAP fue la falta de experiencia al trabajar en las campanas de flujo laminar. Esto ocasionó que todo el primer lote de brotes que sembré terminase contaminado, pero gracias a la ayuda de mi asesor pude practicar mi técnica, aprender del flameado con alcohol para esterilizar utensilios de manera rápida, así como el trabajo en forma de herradura para evitar contaminar el área estéril con las manos o brazos.

También aprendí sobre el diseño de experimentos y por primera vez pude aplicar lo que vi en mis clases en un experimento real. Además de también usar pensamiento crítico e imaginación para diseñar experimentos de una manera efectiva y que llegase a conclusiones claras y útiles. Por otro lado, aprendí que el tiempo es un recurso increíblemente importante que no debe ser subestimado, así como la importancia de preparar un plan B por si todo tu lote se contamina.

3.3 Inventario de competencias Inicial (ingreso del PAP) e Inventario de competencias Final (salida al PAP).

- Considera las competencias iniciales (conocimientos, habilidades y actitudes) e indica las competencias nuevas en otro color y las competencias potencializadas al terminar su PAP (en otro color).

INVENTARIO DE COMPETENCIAS

Categoriza las	Competencia	Evidencia	Relevancia/Fortaleza*	Competencias nuevas	Competencias potencializadas
	Conocimientos	Función de hormonas vegetales en cultivos invitro	Realice cultivos de callo entre otros para probar el efecto de estas en las plantas	Es esencia saber como manipular el metabolismo vegetal para poder hacer propagaciones con éxito.	Técnicas de trabajo en campana de flujo laminar
	Función de las bioseparacione	Investigación y desarrollo de un	En la industria es necesario purificar un	Técnica de flameado dentro de	

competencias en conocimientos, habilidades y actitudes. Escriba lo que evidencia de cada competencia y su relevancia.		s en la purificación de metabolitos	proyecto para la producción de giberelinas	producto antes de venderlo, es tan importante como los demás pasos.	campana de flujo laminar con alcohol	
	Habilidades	Análisis estadístico de datos	Realizamos anovas con minitab para comprobar hipótesis	Esencial para poder concluir algo sobre los resultados de cualquier experimento	Envasado y etiquetado rápido de material vegetal	Mejoro mi Análisis estadístico de datos junto con el diseño de experimentos
		Manejo de plantas en campana estéril	Muchas practicas de laboratorio donde se utilizaron tejidos vegetales bajo campana	Esencial en cualquier proyecto de biotecnología vegetal	Manejo de residuos biológico-infecciosos	Experimente mejores resultados en el Manejo del tejido vegetal en campanas de flujo laminar
		Dominio avanzado del ingles	TOEFL ibt de 107	En este mundo globalizado necesitamos hablar un lenguaje en común para poder cooperar	Elaboración de protocolo para la creación de un medio de enraizamiento	
	Actitudes	Liderazgo provisional	He liderado mas proyectos de los que me gustaría	A falta de un líder natural puedo asumir la posición para asegurar el éxito del proyecto.	Integridad científica	Mejoro mi sentido de Responsabilidad
		Responsabilidad total	Siempre cumplo con lo que prometo en un trabajo y hago todo lo posible para que sea de calidad.	Esencial en la colaboración en equipo	Planeación y ejecución de cronogramas	
		Rechazo a la procrastinación	Siempre intento que el trabajo se haga con anticipación para no terminar apurados a ultimo momento	Con mejor manejo de los recursos como el tiempo un proyecto tiene mayor probabilidad de éxito		

Una competencia es la pericia, aptitud o idoneidad (excelencia) para hacer algo o intervenir en un asunto determinado. Es decir, es la capacidad de utilizar los diferentes conocimientos, habilidades y valores de manera integral en las interacciones que tienen los seres humanos

para la vida y el ámbito laboral. La tabla de competencias muestra las ya tenía (en blanco) y las compara con las competencias potencializadas (azul) y las nuevas (verde) que se desarrollaron en el presente PAP. En general, puedo decir que tuve muchos avances en el área de las competencias de habilidades y conocimientos, estos principalmente en el área de cultivo de tejidos vegetales, pero no reducido únicamente a ello, también potencialicé mis habilidades en estadística y manejo de datos. Por último, en las actitudes podemos mencionar lo importante de la responsabilidad, sobre todo en experimentos tan largos donde puede haber graves repercusiones ya que el tiempo no puede recuperarse, así como la responsabilidad al trabajar con otros aun cuando es bajo su supervisión y no como compañero de equipo.