

1. Datos de identificación:

| | |
|--|---|
| Nombre de la unidad de aprendizaje: | Micropropagación |
| Total de tiempo guiado (teórico y práctico): | 80 horas |
| Tiempo guiado por semana: | 4 horas |
| Total de tiempo autónomo: | 10 horas |
| Tipo de modalidad: | Escolarizada |
| Número y tipo de periodo académico: | 6° Semestre |
| Tipo de unidad de aprendizaje: | Optativa |
| Ciclo: | Segundo |
| Área curricular: | Formación profesional fundamental (ACFP-F) |
| Créditos UANL: | 3 |
| Fecha de elaboración: | 11/08/2022 |
| Responsable(s) de elaboración: | Dra. Ruth Amelia Garza Padrón LBG. Diana Massiel Aceves Aguero |
| Fecha de última actualización: | No aplica |
| Responsable(s) de actualización: | No aplica |

2. Presentación

En esta unidad de aprendizaje se le darán al estudiante las herramientas y conceptos para llevar a cabo la micropropagación, desde la preparación del material vegetal hasta el proceso de aclimatación y comercialización. Estos conocimientos permitirán utilizar la micropropagación como una técnica de cultivos vegetales independientes del suelo, el clima y la región geográfica, lo que le permitirá controlar el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Durante la fase 1 "Introducción al cultivo de tejidos vegetales", el estudiante aprenderá el aspecto histórico para el desarrollo de esta técnica, conceptos básicos, las instalaciones que conforman un laboratorio de tejidos vegetales, así como, los reactivos y equipos

básicos para el cultivo *in vitro* vegetal; posteriormente en la fase 2 “Etapas de la Micropropagación”, el estudiante examinará los procesos que son necesarios desde la selección del explante para el cultivo *in vitro*, la multiplicación de brotes, enraizamiento, hasta la aclimatación, etapas esenciales para la producción comercial. Finalmente, en la fase 3 “Aplicaciones de la micropropagación”, podrá aplicar las etapas antes mencionadas para la producción masiva o comercial de fitocompuestos, así como la conservación de especies amenazadas. El estudiante logrará el aprendizaje a través de evidencias que desarrollan aprendizaje autónomo, así como las competencias adquiridas, mismas que le permitirán llevar a cabo el producto integrador de aprendizaje, el cual consiste en elaborar un protocolo completo de Micropropagación, empleando algunas de las técnicas de cultivo de tejidos para ver su aplicación a nivel industrial.

3. Propósito

Esta Unidad de Aprendizaje tiene como finalidad que el estudiante proponga estrategias de las técnicas del cultivo *in vitro*, mediante el conocimiento de aspectos históricos, procedimientos básicos de cultivo de tejidos vegetales (elaboración de medios, procesos de desinfección y esterilización, siembra y cultivo) y sus aplicaciones para crear y/o mejorar productos biotecnológicos aplicables en el sector salud, agrícola, industrial y del medio ambiente en base a las necesidades de la sociedad.

La UA de Micropropagación es pertinente para el programa educativo, ya que es una herramienta biotecnológica que permite la obtención masiva de plantas *in vitro* de interés económico, por lo que se requiere del conocimiento previo de los aspectos básicos de morfología y fisiología vegetal, adquiridos en la UA antecedente de Fisiología vegetal y animal. Esta UA de Micropropagación se relaciona con la UA paralela de Biotecnología Industrial debido al escalamiento de los procesos biotecnológicos involucrados en la obtención de metabolitos secundarios de origen vegetal.

Además, se relaciona de forma subsecuente con la UA de Biotecnología agropecuaria para la obtención de cultivos comestibles o con Biotecnología ambiental, para la producción de especies saneadoras de suelos, por lo que, esta UA contribuye con las competencias generales de la Universidad al utilizar material científico en otros idiomas para realizar presentaciones con fluidez y coherencia de temáticas relacionados con el cultivo de tejidos vegetales (6.3.2), además de promover el uso de alternativas biotecnológicas para solucionar o mejorar la obtención de plantas de interés económico con compromiso humano, buscando el bienestar social (10.3.3) y a través del proyecto integrador de aprendizaje, se busca adaptar metodologías de la respuesta morfo-genética de las especies vegetales como una solución pertinente y clara en el área de desempeño (12.3.2).

Micropropagación colabora con la competencia específica de desarrollar productos, procesos y servicios biotecnológicos de utilidad en diferentes sectores para el bienestar de la sociedad (Esp.4).

4. Competencias del perfil de egreso

Competencias Instrumentales:

6. Utilizar un segundo idioma, preferentemente el inglés, con claridad y corrección para comunicarse con contextos cotidianos, académicos, profesionales y científicos.

Competencias Personales y de interacción social:

10. Intervenir frente a los retos de la sociedad contemporánea en lo local y global con actitud crítica y compromiso humano, académico y profesional para contribuir a consolidar el bienestar general y el desarrollo sustentable.

Competencias Integradoras:

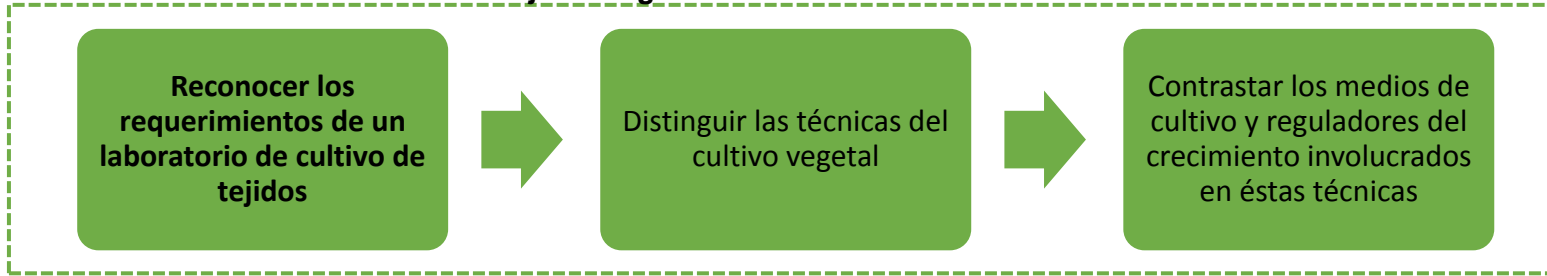
12. Construir propuestas innovadoras basadas en la comprensión holística de la realidad para contribuir a superar los retos del ambiente global interdependiente.

Competencias específicas del perfil de egreso

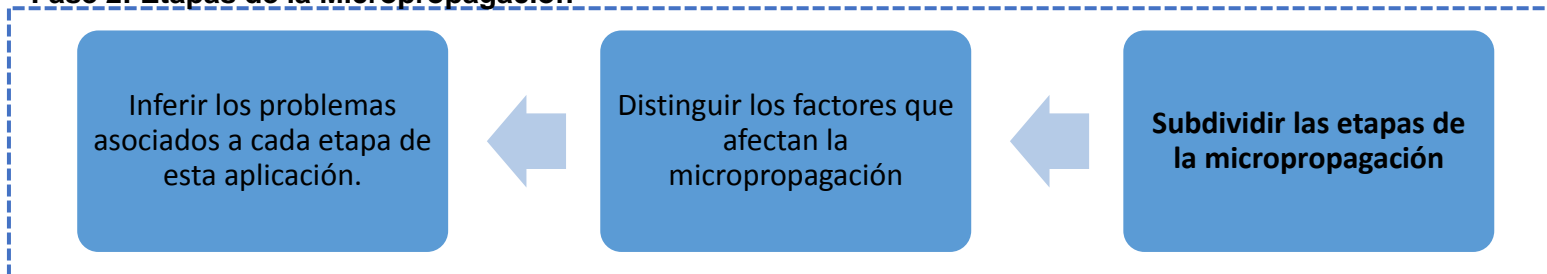
4. Desarrollar productos, procesos y servicios biotecnológicos de utilidad en los sectores salud, agrícola, pecuario, industrial y ambiental, a partir de los avances y descubrimientos de las ciencias genómicas, para el bienestar de la sociedad.

5. Representación gráfica

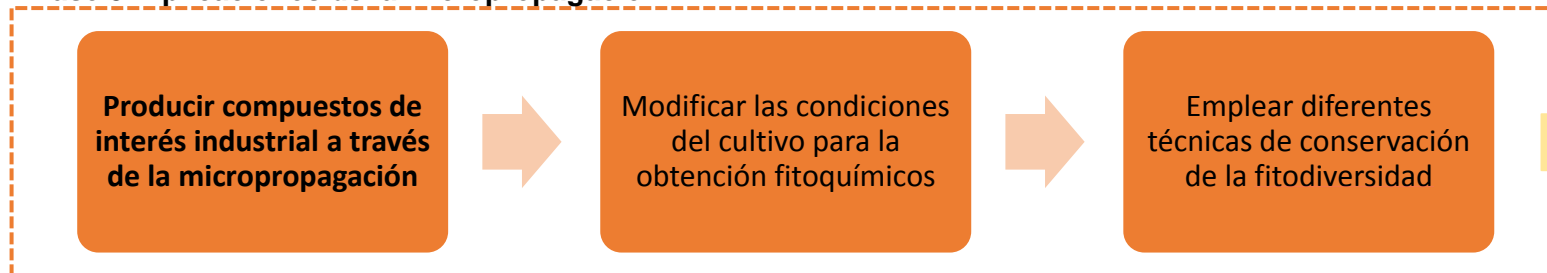
Fase 1. Introducción al cultivo de tejidos vegetales



Fase 2: Etapas de la Micropropagación



Fase 3. Aplicaciones de la micropropagación



6. Estructuración en fases

Fase 1. Introducción al cultivo de tejidos vegetales

Elemento de competencia: Examinar los elementos necesarios para establecer un laboratorio de cultivo de tejidos vegetales.

| Evidencias de aprendizaje | Criterios de desempeño | Actividades de aprendizaje | Contenidos | Recursos |
|--|--|---|--|--|
| Evidencia 1: Mapa mental de tejidos vegetales. | <p>Organiza el mapa mental en forma clara y concisa.</p> <p>Incluye los datos personales de identificación.</p> <p>Presenta con puntualidad y limpieza su mapa mental de forma manuscrita y/o elaborado en una plataforma digital.</p> | <p>El docente comienza con la explicación del encuadre de la unidad de aprendizaje y utiliza un diagrama con el contenido de la UA para planear y describir cada una de las actividades de esta.</p> <p>Al iniciar la unidad de aprendizaje, el estudiante sustenta</p> | <p>-Aspectos históricos del cultivo vegetal</p> <p>Laboratorio de cultivo de tejidos vegetales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos técnicos • Espacios físicos • Equipo • Reactivos <p>Tipos de técnicas de un laboratorio de cultivo vegetal</p> | <p>Bhojwani 2013 Capítulo 1-4</p> <p>Anis <i>et al.</i>, 2016 Capítulo 1, 4.</p> <p>Loyola-Vargas, et al., 2018. Capítulo 1 y 2.</p> |

| | | | | |
|--|---|---|--|---|
| | <p>Presenta su trabajo en el formato establecido por el profesor.</p> <p>Adjunta su evidencia de forma individual en la plataforma NEXUS o TEAMS, según lo indique el docente.</p> <p>Incluye los conceptos del cultivo de tejidos vegetales y los relaciona de forma estructurada con su descripción.</p> <p>Agrega imágenes que representan los conceptos básicos del cultivo de tejidos y áreas del laboratorio.</p> | <p>una prueba diagnóstica con conceptos relacionados a la UA de Fisiología Vegetal y Animal.</p> <p>El estudiante identifica la información de mayor importancia y registra los apuntes pertinentes a cada uno de los temas</p> <p>El estudiante de forma individual investiga la información relacionada a las áreas de un laboratorio.</p> <p>Los estudiantes de forma grupal discuten en clase los requerimientos técnicos, así como espacios físicos,</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos básicos • Calogénesis • Organogénesis directa • Organogénesis indirecta. <p>Medios de cultivo para el cultivo de tejido <i>in vitro</i></p> <p>Hormonas de crecimiento vegetal y elicitores</p> | <p>Smith, 2013</p> <p>Capítulo 1-7</p> <p>Pizarrón</p> <p>Proyector</p> <p>Infografía 1</p> <p>Video Soluciones Stock</p> <p>Video Elaboración de medios</p> <p>Cuestionario 1</p> <p>Software interactivo:</p> <p>Plataforma Nexus</p> <p>Plataforma MS TEAMS</p> |
|--|---|---|--|---|

| | | | | |
|--|---|---|--|----------------------------|
| | <p>Contiene todos los conceptos de los espacios físicos y función de un laboratorio de tejidos vegetales.</p> <p>Relaciona adecuadamente las técnicas de organogénesis directa e indirecta, así como callogénesis.</p> <p>Incluye los medios de cultivo que se pueden usar para cada técnica, así como los reguladores de crecimiento involucrados.</p> | <p>equipo y reactivos necesarios para montar un laboratorio de tejidos vegetales.</p> <p>Los estudiantes, guiados por el profesor, visitan el laboratorio de cultivo vegetal de la Facultad para que observen las áreas y equipos necesarios para realizar la técnica de cultivo vegetal</p> <p>Los estudiantes revisan la infografía 1 sobre conceptos básicos del cultivo de tejidos vegetales.</p> <p>Los estudiantes leen sobre las</p> | | <p>Plataforma MS FORMS</p> |
|--|---|---|--|----------------------------|

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| | | <p>técnicas de cultivo de tejido vegetal y comparten la información en clase, se realiza un cuadro comparativo sobre la organogénesis directa, indirecta y callogénesis</p> <p>Los estudiantes revisan los libros de texto los componentes necesarios para las soluciones stock, así como la elaboración del medio de cultivo y visualizan los videos sobre este tema</p> <p>Los estudiantes realizan una explicación sobre las diferentes hormonas y</p> | | |
|--|--|---|--|--|

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| | | <p>elicitores que afectan en el cultivo de tejidos vegetales.</p> <p>A manera de repaso, los estudiantes, durante la clase contestan un cuestionario (FORMS o escrito) con los conceptos abarcados en esta fase.</p> <p>El estudiante presenta el Primer examen parcial (Actividad ponderable 1.1).</p> | | |
|--|--|---|--|--|

Fase 2: Etapas de la Micropropagación

Elemento de competencia: Clasificar las etapas de la técnica de Micropropagación para su implementación en laboratorios de docencia, investigación y comercial.

| Evidencias de aprendizaje | Criterios de desempeño | Actividades de aprendizaje | Contenidos | Recursos |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|

| | | | | |
|--|---|--|---|--|
| <p>Evidencia 2: Ensayo de las etapas de la micropropagación.</p> | <p>Organiza el ensayo en forma clara y concisa.</p> <p>Incluye los datos personales de identificación.</p> <p>Presenta con puntualidad y limpieza su ensayo de forma manuscrita y/o elaborado en una plataforma digital.</p> <p>Presenta su trabajo en el formato establecido por el profesor.</p> <p>Adjunta su evidencia de forma individual en la plataforma NEXUS o TEAMS, según lo indique el docente.</p> <p>Incluye los conceptos y los relaciona de forma estructurada.</p> | <p>El estudiante identifica la información de mayor importancia y registra los apuntes pertinentes para cada uno de los temas.</p> <p>El estudiante investiga las etapas de la micropropagación y se realiza la discusión de cada una de estas etapas en el aula.</p> <p>Los estudiantes de forma individual revisan cada una de las etapas (preparación, iniciación de cultivos, multiplicación, elongación, enraizamiento, trasplante y aclimatación), y se forma un cuadro comparativo con los equipos, técnicas y medios requeridos para cada una de las etapas.</p> | <p>Concepto de Micropropagación</p> <p>Etapas de la micropropagación y características de cada etapa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparación • Iniciación de cultivos • Multiplicación • Elongación de brotes y enraizamiento • Trasplante y aclimatación <p>Factores que afectan la micropropagación</p> <p>Problemas inherentes a la micropropagación</p> | <p>Bhojwani 2013</p> <p>Capítulo 17</p> <p>Anis <i>et al</i>, 2016</p> <p>Capítulo 6.</p> <p>Lambardi <i>et al.</i>, 2013</p> <p>Parte 1 y 2</p> <p>Loyola-Vargas, et al., 2018.</p> <p>Capítulo 15</p> <p>Pizarrón</p> <p>Proyector</p> |
|--|---|--|---|--|

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | <p>Contiene todos los conceptos de las etapas de la micropropagación (preparación, iniciación de cultivos, multiplicación, elongación de brotes y enraizamiento, trasplante y aclimatación)</p> <p>Relaciona adecuadamente los conceptos con los factores que afectan la micropropagación.</p> <p>Detalla los problemas de la micropropagación (hiperhidratación, contaminación y estrés oxidativo).</p> | <p>Los estudiantes en equipo leen los libros de texto y realizan en equipo una lluvia de ideas sobre los factores que afectan la micropropagación.</p> <p>El profesor plantea en el pizarrón diferentes casos de problemas asociados en la micropropagación para que los estudiantes analicen la causa o raíz de este, abordando la hiperhidratación, contaminación y estrés oxidativo.</p> <p>En el aula, los estudiantes visualizan el protocolo completo para realizar una siembra <i>in vitro</i>, etapa crucial en el proceso de iniciación de la micropropagación.</p> | | <p>Video de Siembra</p> <p>Cuestionario 2</p> <p>Software interactivo:</p> <p>Plataforma Nexus</p> <p>Plataforma MS TEAMS</p> <p>Plataforma MS FORMS</p> |
|--|--|--|--|---|

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | <p>El estudiante participa en una actividad digital (p.ej. FORMS) o escrita contestando preguntas en el aula referentes al contenido de la fase 2.</p> <p>El estudiante presenta el Segundo examen parcial (Actividad ponderable 2.1).</p> | | |
|--|--|--|--|--|

Fase 3. Aplicaciones de la micropropagación

Elemento de competencia: Diseñar un protocolo de Micropropagación para su implementación en áreas de importancia en la industria.

| Evidencias de aprendizaje | Criterios de desempeño | Actividades de aprendizaje | Contenidos | Recursos |
|--|--|---|---|---------------------------------|
| Evidencia 3: Anteproyecto de investigación | Organiza el anteproyecto en forma clara y concisa. | El docente comienza con la explicación del encuadre de la fase 3, haciendo énfasis en las | Producción industrial de fitoquímicos <ul style="list-style-type: none"> Estrategias para optimizar la | Bhojwani 2013 Capítulo 17-18 |

| | | | | |
|---|--|--|---|---|
| <p>para la producción industrial de fitoquímicos.</p> | <p>Incluye los datos personales de identificación.</p> <p>Presenta con puntualidad y limpieza su anteproyecto de forma manuscrita y/o elaborado en una plataforma digital.</p> <p>Presenta su trabajo en el formato establecido por el profesor.</p> <p>Entrega su evidencia junto con sus compañeros de equipo.</p> <p>Adjunta su evidencia de forma individual en la plataforma NEXUS o TEAMS, según lo indique el docente.</p> <p>Incluye título, resumen, antecedentes, objetivo general, objetivo</p> | <p>aplicaciones para la micropropagación.</p> <p>Los estudiantes de forma individual leen del material de texto referente a la producción industrial de fitoquímicos y participan contestando en clase sobre las estrategias para la obtención, así como condiciones de cultivo.</p> <p>De forma grupal los estudiantes contestan formas de elicitar, potenciar o biotransformar algún cultivo de importancia (casos hipotéticos) dirigidos por el profesor.</p> <p>Los estudiantes participan activamente en el pizarrón agregando técnicas que permitan la remoción de</p> | <p>obtención fitoquímica <i>in vitro</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones del cultivo • Potenciamiento genético • Elicitación • Biotransformación • Inmovilización de células • Permeabilización • Remoción de productos secretados • Raíces pilosas • Biorreactores • Comercialización <p>Conservación de la fitodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>In situ</i> • <i>Ex situ</i> • <i>In vitro</i> en mediano plazo | <p>Anis <i>et al</i>, 2016</p> <p>Capítulo 23.</p> <p>Pizarrón</p> <p>Proyector</p> <p>Cuestionario 3</p> <p>Bases de datos:</p> <p>BioOne</p> <p>Science direct</p> <p>Springer</p> <p>Software interactivo:</p> |
|---|--|--|---|---|

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| | <p>particular, hipótesis, materiales, métodos y bibliografía.</p> <p>Los antecedentes son claros y concisos, apoyados de las fuentes de información bibliográfica recientes.</p> <p>Su anteproyecto se basa en la producción del fitoquímico asignado por el profesor.</p> <p>Se incluye 1 tipo de producción del compuesto fitoquímico.</p> <p>Relaciona adecuadamente la metodología con la estrategia de producción, obtención y comercialización del compuesto.</p> | <p>subproductos, así como la producción industrial en biorreactores y posterior comercialización del producto.</p> <p>En equipos los estudiantes revisan las técnicas de conservación de la fitodiversidad, participan explicando brevemente a los otros equipos los detalles del tipo de conservación asignado por el profesor, haciendo énfasis en las características distintivas de la técnica, así como los componentes necesarios para llevarlos a cabo.</p> <p>Los estudiantes participan en la actividad grupal durante la clase en alguna plataforma digital (FORMS, etc), sobre la producción industrial de</p> | <ul style="list-style-type: none"> • <i>In vitro</i> a largo plazo | <p>Plataforma Nexus</p> <p>Plataforma MS TEAMS</p> <p>Plataforma MS FORMS</p> |
|--|---|---|---|---|

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | <p>Incluye la bibliografía en formato APA, con información obtenida en las bases de datos.</p> | <p>fitoquímicos y tipos de conservación de la fitodiversidad.</p> <p>Se realiza una sesión de dudas para la elaboración del PIA, así como retroalimentación previa a la exposición de éste.</p> <p>El estudiante presenta el Tercer examen parcial (Actividad ponderable 3.1).</p> | | |
|--|--|--|--|--|

7. Evaluación integral de procesos y productos.

| | Campo | Ponderación (%) |
|---------------|--|-----------------|
| 1 | Evidencia 1. Mapa mental de tejidos vegetales. | 6 % |
| | Actividad ponderable 1.1. Primer examen parcial | 15 % |
| 2 | Evidencia 2. Ensayo de las etapas de la micropropagación | 7 % |
| | Actividad ponderable 2.1. Segundo examen parcial | 17 % |
| 3 | Evidencia 3. Anteproyecto de investigación para la producción industrial de fitoquímicos. | 7 % |
| | Actividad ponderable 3.1. Tercer examen parcial | 18 % |
| Total: | PIA | 30 % |
| | 100 puntos | 100% |

8. Producto Integrador del Aprendizaje de la unidad de aprendizaje:

Protocolo de Micropropagación de una especie vegetal de importancia biotecnológica (en el sector salud, agrícola, pecuario, industrial y ambiental) empleando algunas de las técnicas de cultivo de tejidos para ver su aplicación.

| | |
|--------------------------|---|
| Instrucciones: | Protocolo de propagación de una especie de importancia industrial o de conservación, sobre la aplicación de la Micropropagación |
| Criterios de evaluación: | <p>El proyecto deberá contener:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento del problema • Factibilidad • Búsqueda bibliográfica en bases de datos científicos. • Desarrollo del protocolo deberá incluir la obtención de explantes, elaboración de medios, desinfección, siembra y mantenimiento del cultivo. • Deberá exponer su propuesta frente a grupo • Todos los miembros del equipo deberán participar activamente en la elaboración y presentación del proyecto • Envío dentro de la fecha establecida • Diseño de la presentación • Redacción y correcta ortografía • Estructura de la presentación: <ul style="list-style-type: none"> - Portada - Título - Resumen - Introducción - Objetivo - Definición del problema y justificación - Material y método |

| | |
|------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Material vegetal - Medio de cultivo - Desinfección (si lo requiere) - Procedimiento de siembra, cultivo y mantenimiento - Requerimientos del laboratorio de cultivo de tejidos vegetales para realizar el proyecto - Referencias bibliográficas actualizadas (no mayores a 5 años). |
| Modalidad: | Equipo |

9. Fuentes de consulta:

- Anis, M. and Ahmad, N. (eds) (2016) Plant Tissue Culture: Propagation, Conservation and Crop Improvement. Springer Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-981-10-1917-3.
- Bhojwani, S. S. and Dantu, P. K. (2013) Plant Tissue Culture: An Introductory Text, Plant Tissue Culture: An Introductory Text. India: Springer India. doi: 10.1007/978-81-322-1026-9.
- BioOne. (9 de Octubre de 2020), Washington DC, Estados Unidos. Recuperado de <https://bioone.org/>
- Chandra, S., Lata, H. and Varma, A. (eds) (2013) Biotechnology for Medicinal Plants, Journal of Chemical Information and Modeling. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-29974-2.
- Lambardi, M., Ozudogru, E. A. and Jain, S. M. (2013) Protocols for Micropropagation of Selected Economically-Important Horticultural Plants. Edited by J. M. Walker. Totowa, NJ: Humana Press (Methods in Molecular Biology). doi: 10.1007/978-1-62703-074-8.
- Loyola-Vargas, V. M. and Ochoa-Alejo, N. (2018) Plant Cell Culture Protocols. Edited by Víctor M. Loyola-Vargas and N. Ochoa-Alejo. New York, NY: Springer New York (Methods in Molecular Biology). doi: 10.1007/978-1-4939-8594-4.
- ScienceDirect (9 de Octubre de 2020), Amsterdam. Recuperado de [https://www.sciencedirect.com/](https://www.sciencedirect.com/ScienceDirect)
<https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/tissue-culture->

technique Consultado 02/10/2020

Smith, R. H. (2013) Plant Tissue Culture. Third edit, Plant Tissue Culture. Third edit. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-415920-4.00002-5.

Springer (9 de Octubre de 2020), Suiza. Recuperado de <https://www.springer.com/la>

Wiley Collection(9 de Octubre de 2020), Nueva Jersey, Estados Unidos. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/>