



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

# **Propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM**

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

**Autor:**

Jean Francis Saavedra Cárdenas  
<https://orcid.org/0000-0003-4681-2947>

**Asesor:**

Blgo. M. Sc. Oscar Rojas Sánchez  
<https://orcid.org/0000-0001-9276-0856>

**Tarapoto, Perú**

**2023**



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis


**Propagación de tejidos y semillas vegetales en el  
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales  
LCTV de la FCA/UNSM**

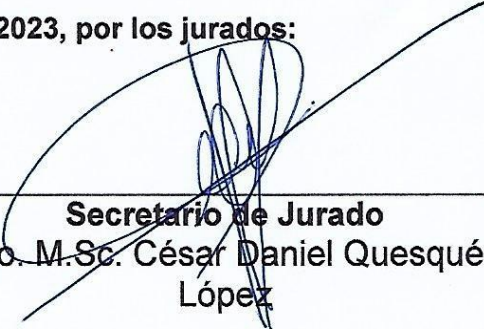
Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

**Autor:**


Jean Francis Saavedra Cárdenas

Sustentado y aprobado el 06 de junio del 2023, por los jurados:

  
\_\_\_\_\_  
**Presidente de Jurado**  
Dr. Geomar Vallejos Torres

  
\_\_\_\_\_  
**Secretario de Jurado**  
Blgo. M.Sc. César Daniel Quesquén  
López

  
\_\_\_\_\_  
**Vocal de Jurado**  
Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara

  
\_\_\_\_\_  
**Asesor:**  
Blgo. M.Sc. Oscar Rojas Sánchez

**Tarapoto, Perú**  
**2023**



"Año de la Unidad, la paz y el desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo  
Modalidad Informe de Tesis


(Resolución N° 762-2022-UNSM/CU-R, de fecha 04 de octubre del 2022)  
(Resolución de Consejo de Facultad N° 090-2022-UNSM/FCA/CF)

En la Universidad Nacional de San Martín, Auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias-  
Ciudad Universitaria, a las 11:50 am horas, del día 02 del mes junio  
del año dos mil veintitrés, se reunió el Jurado de Tesis, integrado por:

PRESIDENTE : Dr. GEOMAR VALLEJOS TORRES  
SECRETARIO : Blgo. M.Sc. CÉSAR DANIEL QUESQUÉN LÓPEZ  
VOCAL : Dra. ANA NOEMI SANDOVAL VERGARA  
ASESOR : Blgo. M.Sc. OSCAR ROJAS SÁNCHEZ

Para evaluar el Informe de tesis titulado: "Propagación de tejidos y semillas vegetales en  
el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM" Presentado por  
el Bachiller en Agronomía: JEAN FRANCIS SAAVEDRA CÁRDENAS.

Los Miembros del Jurado de Informe de Tesis, después de haber observado la sustentación, las  
respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica, luego de debatir entre sí,  
reservada y libremente lo declaran aprobado con el calificativo  
de muy bueno, en fe de lo cual se firmó la presente acta, siendo  
las 12:40 pm horas del mismo día, dándose por terminado el acto de sustentación.

  
Dr. Geomar Vallejos Torres  
PRESIDENTE

  
Blgo. M.Sc. César Daniel Quesquén López  
SECRETARIO

  
Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara  
VOCAL

  
Blgo. M.Sc. Oscar Rojas Sánchez  
ASESOR

  
Jean Francis Saavedra Cárdenas  
SUSTENTANTE

RECIBIDO POR: Saavedra Cárdenas Jean Francis  
DNI N.° 72540938 FECHA: 02/06/2023



## Declaratoria de autenticidad

Jean Francis Saavedra Cárdenas, con DNI N° 72540938, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: "Propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM".

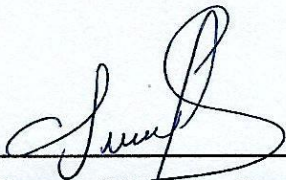
Declarajo bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 06 de junio de 2023



  
Jean Francis Saavedra Cardenas  
D.N.I. 72540938

## Ficha de identificación

<p><b>Título del proyecto</b></p> <p>Propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM.</p>	<p><b>Área de investigación:</b> Ciencias Agrícolas y Forestales</p> <p><b>Línea de investigación:</b> Conservación de Recursos Genéticos y Biotecnología</p> <p><b>Sublínea de investigación:</b> Biotecnología, Protección de Cultivos, Bioprospección y Recursos Genéticos</p> <p><b>Grupo de investigación:</b> 155-2022-UNSM/FCA/CF</p> <p><b>Tipo de investigación:</b>          Básica <input checked="" type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
---	--

<p><b>Autor:</b></p> <p>Jean Francis Saavedra Cárdenas</p>	<p>Facultad de Ciencias Agrarias          Escuela Profesional de Agronomía  <a href="https://orcid.org/0000-0003-4681-2947">https://orcid.org/0000-0003-4681-2947</a></p>
--	---

<p><b>Asesor:</b></p> <p>Blgo. M. Sc. Oscar Rojas Sánchez</p>	<p><b>Dependencia local de soporte:</b>          Facultad de Ciencias Agrarias          Escuela Profesional de Agronomía          Unidad o Laboratorio Agronomía  <a href="https://orcid.org/0000-0001-9276-0856">https://orcid.org/0000-0001-9276-0856</a></p>
---	---

## **Dedicatoria**

Primero que todo, quiero dar gracias a Dios por ser mi pilar y guiar mis pasos a diario, y también expresar mi profundo agradecimiento a mis amados padres Armando Saavedra Bardales y María Cárdenas Silva, por estar apoyarme incondicionalmente en todo momento, siempre inculcándome lo bueno y los buenos valores, quienes fueron esenciales en mi desarrollo profesional; gracias a su dedicación y esfuerzo, conseguí este objetivo.

A mis familiares, compañeros y docentes de la UNSM – Tarapoto, en especial a mi asesor de tesis M. Sc. Oscar Rojas García por la instrucción y el estímulo proporcionados en cada etapa de mi formación.

## **Agradecimiento**

A Dios por otorgarme la fortaleza y el discernimiento para superar retos y perseverar incluso en los tiempos más desafiantes, al Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, por ofrecerme la chance de desarrollar mi tesis de pregrado.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y la Carrera Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, por brindar a todos nosotros, los estudiantes, la chance de capacitarnos como profesionales líderes junto a destacados maestros.



## Índice general

Ficha de identificación .....	6
Dedicatoria .....	7
Agradecimiento.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas .....	11
Índice de figuras .....	12
RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
CAPÍTULO I .....	15
INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN .....	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	17
2.1. Antecedentes de la investigación .....	17
2.2. Fundamentos teóricos .....	19
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	28
3.1.1. Ubicación política .....	28
3.1.2. Ubicación geográfica.....	28
3.1.3. Condiciones climáticas.....	28
3.1.4. Periodo de ejecución.....	28
3.1.5. Autorizaciones y permisos .....	28
3.1.6. Control ambiental y protocolos de bioseguridad .....	29
3.1.7. Aplicación de principios éticos internacionales .....	29
3.2. Sistema de variables .....	29
3.2.1. Variable de estudio .....	29
3.3. Procedimiento de la investigación .....	29
3.3.1. Objetivo específico 1 .....	30
3.3.2. Objetivo específico 2.....	30
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31

CONCLUSIONES.....	70
RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS .....	77

## Índice de tablas

Tabla 1 <i>Descripción de variables por objetivo específico</i> .....	29
Tabla 2 <i>Aportes científicos que viene realizando en la propagación de tejidos y semilla vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM</i>	32
Tabla 3 <i>Metodologías realizadas en la propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales (LCTV) de la FCA/UNSM</i> .....	44

## Índice de figuras

Figura 1 <i>Vías de regeneración de plantas por cultivos vegetales vivos</i> .....	77
Figura 2 <i>Semillas retiradas para ser sembradas</i> .....	77
Figura 3 <i>Proceso de siembra de semillas sobre el medio de cultivo</i> .....	78
Figura 4 <i>Sellando y rotulando el tubo de ensayo</i> .....	78
Figura 5 <i>Secuencia de desarrollo de semillas <i>Phragmipedium kovachii</i> mostrando los diferentes estadios durante dos meses de evaluación</i> .....	79
Figura 6 <i>Propagación in vitro de Orquideas</i> .....	79
Figura 7 <i>Efecto de la interacción de los factores <i>Cattleya</i> y <i>Phalaenopsis</i> sobre la propagación in vitro por semilla, evaluados a los 90, 180 y 270 días</i> .....	80
Figura 8 <i>Normales climatológicas, estación Tarapoto</i> .....	809

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo describir la manera que se viene realizando la propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM. Respecto a la metodología el estudio fue de tipo descriptivo y exploratorio, se utilizó fuentes y antecedentes bibliográficos confiables de los últimos 5 años. Se describió los aportes científicos que viene realizando el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM. Asimismo, se recopiló información sobre metodologías realizadas en la propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales. Los resultados obtenidos demuestran el potencial y utilidad de la propagación in vitro para la propagación y conservación de plantas de interés económico y ecológico. Concluyendo Los aportes científicos realizados por el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales (LCTV) de la FCA/UNSM en la propagación de tejidos y semillas vegetales, se realizaron 9 aportes, con técnicas apropiadas de propagación, lograron establecer protocolos adecuados para medios de cultivos y métodos de las especies como, sangre de grado, caña de azúcar, piña, *Phragmipedium kovachii* Atwood, Dafström &, sachá inchi, orquídeas, árbol de caucho, quinilla. Los resultados obtenidos en estas investigaciones demuestran la eficacia de propagación, tanto sexual como asexual, para diversas especies vegetales de interés económico y ecológico. Las metodologías realizadas en la propagación de tejidos y semillas vegetales, demuestran el potencial y la utilidad de la propagación in vitro en la multiplicación y conservación de diferentes especies vegetales. A través de la aplicación de técnicas de desinfección, siembra y cultivo en medios específicos, se logra un adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos estudios abarcan diferentes especies de interés económico y ecológico, como sangre de grado, caña de azúcar, piña, *Phragmipedium kovachii* Atwood, *Dafström &*, sachá inchi, orquídeas, árbol de caucho y quinilla.

**Palabras claves:** Tejidos, semillas vegetales, laboratorio, aportes científicos, protocolos establecidos.

## ABSTRACT

The objective of this research was to describe the way in which plant tissue and seed propagation has been carried out at the LCTV Plant Tissue and Culture Laboratory of the FCA/UNSM. Regarding the methodology, the study was descriptive and exploratory, using reliable bibliographic sources and antecedents of the last 5 years. The scientific contributions made by the LCTV Plant Tissue and Culture Laboratory of the FCA/UNSM were described. Information was also compiled on methodologies used in the propagation of plant tissues and seeds in the Plant Culture and Tissue Laboratory. The results obtained demonstrate the potential and usefulness of in vitro propagation for the propagation and conservation of plants that have an economic and ecological interest. In conclusion, the scientific contributions made by the Laboratory of Plant Cultures and Tissues (LCTV) of the FCA/UNSM in the propagation of plant tissues and seeds, 9 inputs were made, with appropriate propagation techniques, managed to establish appropriate protocols for culture media and methods of species such as dragon's blood, sugar cane, pineapple, *Phragmipedium kovachii* Atwood, Dafström &, sachá inchi, orchids, rubber tree, quinilla. The results obtained in this research demonstrate the efficacy of propagation, both in sexual and asexual form, for various plant species of economic and ecological interest. The methodologies used in the propagation of plant tissues and seeds demonstrate the potential and usefulness of in vitro propagation in the multiplication and conservation of different plant species. Through the application of disinfection, sowing and cultivation techniques in specific media, an adequate growth and development of plants is achieved. These studies cover different species of economic and ecological interest, such as dragon's blood, sugar cane, pineapple, *Phragmipedium kovachii* Atwood, Dafström &, sachá inchi, orchids, rubber tree and quinilla.

**Keywords:** Tissues, plant seeds, laboratory, scientific contributions, established protocols.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

A lo largo del tiempo, el mundo ha ido perdiendo paulatinamente varias especies, tanto animales como vegetales. Este fenómeno se debe a diversas causas como la deforestación, la caza excesiva, la minería ilegal, entre otras. Como consecuencia, las especies nativas de varias zonas ecológicas corren el riesgo de extinguirse. Por lo tanto, es crucial buscar alternativas que permitan preservar estas especies amenazadas y asegurar la continuidad de las especies autóctonas en sus respectivos hábitats ecológicos.

Báez (2018), refiere que la propagación de tejidos vegetales es una rama del estudio que se basa en la habilidad de las células para regenerar nuevos organismos a partir de sus células, tejidos y órganos, y en su cultivo en condiciones asépticas para dirigir la respuesta morfogénica y biosintética. En los años ochenta, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha designado la propagación de tejidos vegetales como un foco esencial de la investigación científica, el desarrollo de recursos humanos y tecnológicos, y su aplicación en la mejora de los sistemas productivos del capital natural. Esta técnica tiene un gran potencial para ayudar a preservar especies en peligro de extinción, así como para aumentar la producción de plantas de interés económico y medicinal.

Como lo menciona Tay et al. (2015), en el Perú la propagación de tejidos y semillas vegetales ha sido objeto de atención y estudio en las últimas décadas, especialmente en la industria de la agricultura y la horticultura. Los avances en este campo han sido impulsados por la necesidad de mejorar la producción agrícola y la calidad de las cosechas, así como por la preservación de la diversidad biológica y su resguardo de especies vegetales en peligro de extinción.

Morales-Rubio et al. (2016), menciona que la región de San Martín, es reconocida por su gran diversidad de especies vegetales con importantes propiedades medicinales y comerciales. Con el objetivo de proteger y conservar estas especies, así como de mejorar la producción agrícola y forestal, se han implementado diversas técnicas de propagación de tejidos y semillas vegetales en la región. Esta metodología de cultivo in vitro facilita la reproducción acelerada y regulada de plantas, en contraste con la propagación por semillas, que es un método más clásico, pero no menos relevante. Ambos procedimientos son empleados por agricultores, cultivadores y entidades de investigación en San Martín con el objetivo de impulsar un desarrollo sostenible y la protección ambiental.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2017), alega que el cultivo de tejidos vegetales involucra la aplicación de un conjunto de técnicas que buscan separar un fragmento de la planta y ofrecerle las condiciones físicas y químicas óptimas para potenciar la actividad celular. Para llevar a cabo este proceso de manera efectiva, es esencial seguir un riguroso procedimiento de asepsia que garantice la ausencia de microorganismos contaminantes en los cultivos.

Suarez (2020), indica que la técnica biotecnológica conocida como extraer una porción de la planta y suministrarle las condiciones químicas y físicas idóneas para intensificar la función celular. Esta técnica ha sido ampliamente utilizada en diversos campos de la investigación vegetal y el desarrollo agrícola, y ha permitido el avance de opciones de gestión agronómica que han generado un cambio relevante en la producción agraria. La propagación de tejidos vegetales representa una técnica influyente que ha transformado los métodos de producción agrícola, posibilitando la evolución de nuevos sistemas de cultivo y optimización de plantas.

La técnica de propagación de tejidos vegetales (PTV), es una rama de la biotecnología que abarca diversas técnicas para manipular y mantener diferentes partes de una planta en condiciones controladas, desde células individuales hasta organismos completos, en un ambiente estéril y artificial. Además, se utiliza para la micropropagación o clonación in vitro de vegetales, que se refiere al método de multiplicar plantas mediante las técnicas de PTV.

Para ello el objetivo principal fue, describir la manera que se viene realizando la propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM, para lo cual se fijó los siguientes objetivos específicos:

- a) Recopilar información bibliográfica de los aportes científicos que se viene realizando en la propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM.
- b) Recopilar información bibliográfica sobre las metodologías realizadas en la propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales (LCTV) de la FCA/UNSM.



## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

Romero (2018), en la investigación llamada "Uso del cultivo in vitro (CTV) para propagar especies arbóreas", se aplicó la técnica tradicional de cultivo in vitro con el fin de generar ex plantas sin contaminantes y fomentar la formación de tejidos en cinco especies arbóreas: Viraró, Tomillo del campo, Alcornoque, Palo borracho y Fresno americano. El estudio reveló que este método incrementó la capacidad de germinación en ciertas plantas, como el Tomillo del campo y el Viraró, lo que es esencial para su multiplicación y preservación. El Palo borracho presentó resultados prometedores en la desinfección y avanza en la formación de callos. Contrariamente, el Fresno americano y el Alcornoque tuvieron dificultades con las desinfecciones.

Vera (2019), en sus tesis "Respuestas fisiológicas y moleculares de *Ochroma pyramidale* (BALSA) ante el estrés por falta de agua", el propósito fue investigar las reacciones fisiológicas y moleculares de *Ochroma pyramidale* cuando se enfrenta a situaciones de escasez de agua para comprender cómo este factor afecta la producción y supervivencia de las plantas en campo. Para ello, se utilizaron métodos de biología molecular como ERIC-PCR y RAPD para detectar las variaciones en los patrones genéticos de las plantas expuestas a la carencia de agua. Los resultados indicaron que las plantas expuestas al déficit hídrico presentaron promedios más bajos en la elongación y diámetro del tallo, el número de brotes y hojas, en comparación con las plantas que recibieron riego adecuado. Asimismo, la densidad y longitud de las estomas fueron menores en las plantas con déficit hídrico. Además, la técnica de biología molecular mostró cambios en los perfiles genéticos de las plantas expuestas al estrés hídrico en comparación con las plantas que recibieron riego adecuado.

Dalzotto et al. (2022), en su investigación denominada "Uso del cultivo in vitro en la propagación y preservación de la especie 'Monte Negro' (*Bougainvillea spinosa* (cav.) heimerl.)", se exploró la aplicación del cultivo de tejidos vegetales in vitro (CTV) en la multiplicación y protección de *Bougainvillea spinosa*. La investigación se centró en la germinación in vitro de sus semillas, la reacción morfogénica de los explantes jóvenes y la preservación de semillas artificiales (SS) de la planta. La meta era establecer nuevos protocolos de multiplicación y preservación ex situ. Los resultados mostraron una alta tasa de germinación in vitro, alcanzando el 98,67%, y métricas de germinación similares a las de otras especies.

La respuesta morfogénica más frecuente fue la formación de callo, con solo un 10% de enraizamiento. Además, se alcanzó una tasa de conversión del 13,33% para las SS después de su almacenamiento en condiciones frías. En resumen, se desarrolló un método efectivo de germinación in vitro, lo que facilita el progreso en la multiplicación y preservación ex situ de *Bougainvillea spinosa*.

Hernández (2022), en su estudio titulado "Uso del cultivo de tejidos en la multiplicación y preservación de especies en riesgo de México", se enfatizó la importancia de esta técnica biotecnológica en el rescate y protección de especies vegetales mexicanas amenazadas, con el objetivo de elaborar recomendaciones para el uso sostenible de la vegetación nacional. La aplicación de este método posibilita la producción acelerada, efectiva y masiva de plantas, ofreciendo una solución a los desafíos que sufren ciertas especies en México. Así, el cultivo de tejidos vegetales emerge como una alternativa factible para la restauración y protección de las especies del país, alentando su estudio, propagación y conservación para el aprovechamiento sostenible de la flora del país.

Urías-Salazar et al. (2022), el objetivo de su estudio titulado "Uso del cultivo de tejidos y mutagénesis provocada: Un enfoque para cultivar plantas resistentes a la salinidad" tuvo como objetivo explorar el cultivo de tejidos vegetales junto con la mutagénesis inducida como métodos para desarrollar plantas que resisten la salinidad en producciones agrarias. La revisión se basó en la búsqueda de información relevante sobre estas herramientas y su aplicación para obtener plantas tolerantes a la salinidad. La conclusión del estudio fue que la técnica de cultivo de tejidos y la mutagénesis provocada son métodos valiosos para desarrollar plantas que soportan la salinidad en la agricultura, y que la variabilidad genética es importante para obtener genotipos que sean tolerantes al estrés salino.

Arano (2023), en su investigación titulada " Uso del cultivo de células y tejidos de plantas como técnica biotecnológica para la obtención de sustancias bioactivas ", se examina la relevancia de los metabolitos secundarios en la supervivencia de las plantas superiores, así como su uso en la industria y la medicina. Se discute la capacidad de las plantas para sintetizar estos metabolitos y cómo esto es fundamental para su supervivencia, además se explora su potencial en el campo de la industria y la medicina. En resumen, la investigación destaca la importancia de la propagación de tejidos y semillas los cuales generan metabolitos secundarios para la supervivencia de las plantas y su uso en diferentes ámbitos.

## **2.2. Fundamentos teóricos**

### **2.2.1. El primer cultivo de tejidos**

Suárez (2020) menciona que el agricultor y supervisor principal de la marina de Francia, Henri-Louis Duhamel du Monceau, registró el primer informe conocido sobre el cultivo de tejidos vegetales. Entre sus experimentos publicados vinculados al flujo de la savia en las plantas, la técnica del injerto y la reparación de lesiones, se añadió un comentario en el que detalló su observación del desarrollo de tejido sin forma definida que ayudó en la curación de heridas tras quitar un anillo de corteza de un olmo. La descripción del tejido por parte de Du Monceau se entendió más tarde como la formación de un callo, el cual consistía en una masa de células indiferenciadas que crecían de manera desorganizada e indefinida.

### **2.2.2. Cultivo de tejidos vegetales**

Suárez (2020), indica la técnica de cultivo de los tejidos se encuentran dentro del campo de la biotecnología y se utilizan para la multiplicación de plantas y el análisis de sistemas celulares vegetales en ambientes rigurosamente controlados. Por lo tanto, su práctica debe llevarse a cabo en un entorno de laboratorio que asegure condiciones ambientales específicas. Un lugar designado para el cultivo de tejidos es un espacio donde se pretende alterar las condiciones usuales de iluminación, temperatura y humedad, así como evitar la aparición de contaminantes externos. Además, debe estar equipado con diversos instrumentos y herramientas que se utilizan para elaborar medios de crecimiento, esterilizar utensilios y favorecer el desarrollo de plantas, órganos o tejidos de origen vegetal.

Morales-Rubio et al. (2016), plantean que, las técnicas de cultivo de tejidos vegetales permiten la multiplicación de células y tejidos en un entorno controlado, crucial en agricultura e industria química. Estas técnicas gestionan el crecimiento celular, erradican enfermedades, mejoran genéticamente las plantas y generan metabolitos secundarios esenciales. La técnica *in vitro* destaca por su eficacia en la producción rápida de plantas medicinales en espacios reducidos. Se utiliza para generar diversos tejidos y órganos, como cultivos celulares, brotes y raíces. En la producción de metabolitos valiosos, el cultivo celular vegetal es atractivo por su capacidad totipotente y su capacidad de producir todos los compuestos de la planta madre.

Báez (2018), manifiesta que la técnica de cultivo de tejidos de plantas es un método de biotecnología que posibilita la producción de plantas completas a partir de secciones pequeñas de raíces, tallos y hojas. Este proceso se realiza utilizando materiales libres de contaminantes, por parte de expertos en la materia.

Romero (2018) indica que:

El término CTV involucra diferentes técnicas de cultivo de tejidos, órganos o células vegetales y consiste en regenerar plantas a partir de explantes o explantos bajo condiciones de luz y temperatura controlada, cultivados en medios nutritivos adecuados y en forma aséptica (p.8).

### **2.2.3. Primera técnica de cultivo en condiciones in vitro**

Suárez (2020), menciona que:

El primer cultivo de tejidos vegetales utilizando un medio de cultivo como sustrato y desarrollado dentro de recipientes de vidrio, fue obra del botánico alemán Gottlieb Haberlandt (Gautheret, 1985), en la cual el experimento consistió en el aislamiento de células individuales de tejidos foliares del parénquima empalizada, seguido del establecimiento de las mismas en medios de cultivo suplementados con glucosa. A pesar de las condiciones tecnológicas de la época, Haberlandt mantuvo sus cultivos libres de contaminación y observó un aumento en el volumen de las células, pero la división de estas no se llevó a cabo y con el tiempo murieron (p.14-15).

### **2.2.4. Crecimiento de tejidos**

Suárez (2020), señala que los primeros avances en la multiplicación de tejidos de plantas bajo condiciones in vitro se alcanzaron de forma simultánea e independiente por dos investigadores, Robbins y Kotte. Ambos determinaron que el meristemo de la raíz de plantas de maíz in vitro tenía un mayor crecimiento en comparación con otros tejidos, lo que permitió su identificación. En un principio, los tejidos fueron cultivados en medios que contenían extracto de levadura, glucosa y otros compuestos nitrogenados. Sin embargo, con el tiempo, las tasas de crecimiento disminuyeron y los tejidos experimentaron deterioro progresivo y fenolización, lo que finalmente resultó en su muerte.

### **2.2.5. Importancia del cultivo de tejidos vegetales**

Dalzotto et al. (2022), dan a entender que los métodos de cultivo in vitro de tejidos de plantas facilitan la generación de metabolitos secundarios desde vegetales cultivados en ambientes regulados. Estas sustancias, vitales para la resiliencia y vida de las plantas, son muy apreciadas en las industrias farmacéuticas, alimentarias y de belleza, y son esenciales para obtener componentes significativos en el sector agroquímico.

Hernández (2022), indica que la técnica de cultivo de tejidos de plantas (CTV) es un enfoque biotecnológico que facilita la generación de plantas enteras desde fragmentos diminutos o explantes del vegetal deseado. Al manipular y mantener células vegetales en condiciones artificiales controladas, incluyendo nutrientes, hormonas de crecimiento, luz, humedad, temperatura y pH, los órganos de las plantas pueden propagarse en un ambiente estéril hasta que se producen plantas completas de forma ágil, efectiva y en volumen considerable.

### **2.2.6. Micropropagación**

Ruscitti (2021), alega que otra técnica de propagación vegetativa es la micropropagación, que implica la producción de nuevas plantas derivadas de fragmentos reducidos del tejido vegetal, conservando las propiedades genéticas de la planta progenitora inicial. Para lograr esto, se requiere un control riguroso de las condiciones ambientales y del cultivo, incluyendo medios nutritivos adecuados y condiciones asépticas para evitar la polución microbiana en los cultivos.

Suárez (2020), menciona que la inicial aplicación comercial de las metodologías de cultivo de tejidos surgió del artículo de Ernest Ball acerca de la perpetua propagación de plantas in vitro. Su investigación destacó los meristemos apicales y axilares como los fragmentos perfectos para el crecimiento integral de las plantas. Este progreso dio origen al proceso de micropropagación usando explantes con meristemos ya existentes, que es el procedimiento predominante en la micropropagación comercial actual para la elaboración a gran escala de plantas in vitro.

Romero (2018), manifiesta que la micropropagación o reproducción clonal in vitro permite la generación masiva de réplicas exactas de una planta, dado que cada árbol producido por este método es un clon. Utilizando esta técnica, es factible producir grandes cantidades de plantas con salud garantizada en condiciones de laboratorio y en cualquier momento del año, especialmente si se emplea el meristema como material de inicio.

### **2.2.7. Micropropagación en plantas**

Suárez (2020), argumenta que la micropropagación de plantas es una técnica de propagación vegetativa que consiste en cultivar plantas en condiciones ambientales controladas, completamente estériles y utilizando un medio artificial como sustrato, colocadas en recipientes de plástico o vidrio. La propagación convencional de plantas es una operación fundamental que busca perpetuar un genotipo vegetal y se caracteriza porque puede desarrollarse en condiciones ambientales poco controladas, sin requerimientos de equipos avanzados y personal técnico poco calificado.

### **2.2.8. Ventajas de la micropropagación en plantas**

Suárez (2020), plantea que como tecnología en comparación con los métodos tradicionales de propagación de plantas, la micropropagación ofrece beneficios notables, como la capacidad de multiplicar plantas a un ritmo más acelerado en un espacio y tiempo optimizado, además de garantizar la uniformidad genética y fenotípica de las plantas producidas. Rápido desarrollo y liberación de células, tejidos u órganos, variedades mejoradas o transgénicas, posibilidad de obtener plantas saludables se pueden obtener a partir de tejidos infectados con patógenos, disminuyendo costos y minimizando riesgos durante el almacenamiento del germoplasma, además de incrementar el valor añadido de las plantas cultivadas.

### **2.2.9. Limites**

Suárez (2020), expone que a pesar de las amplias oportunidades que ofrece, la micropropagación de plantas se ve restringida en su aplicación generalizada a todas las especies vegetales debido a ciertas limitaciones. Algunas de estas son la deficiente disponibilidad, o ausencia total, de protocolos para ciertas especies, denominadas recalcitrantes por su dificultad de Las restricciones incluyen la gestión en ambientes controlados in vitro, la aparición de elevados niveles de variación soma clonal en algunas variedades de plantas y los costos significativos asociados con la producción in vitro.

### **2.2.10. El laboratorio de cultivos vegetales**

Para el cultivo de tejidos, se requiere un ambiente controlado y libre de contaminantes, por lo que se lleva a cabo en laboratorios especializados. Estos laboratorios deben estar equipados con herramientas y equipos específicos, y su diseño debe garantizar la ausencia de agentes contaminantes. El proceso de cultivo de tejidos consta de varias etapas, que se llevan a cabo en diferentes secciones del laboratorio (Suárez, 2020).

### **2.2.11. Propagación de tejidos vegetales en el Laboratorio de Micropropagación**

Morales-Rubio et al. (2016), mencionan que los metabolitos secundarios de las plantas representan una fuente valiosa de compuestos activos empleados en sectores como la industria, la agricultura y la salud. Sin importar las circunstancias climáticas, políticas o socioeconómicas de la zona de origen, el cultivo de tejidos vegetales surge como una opción para su obtención, ofreciendo además un medio estable, eficaz y ecológico para la producción de dichos metabolitos.

Asimismo, Morales-Rubio et al. (2016), también indica que el diseño del medio de cultivo de tejidos se asemeja más a un arte que a una ciencia en sí misma; en esta labor, la experiencia es el mejor guía. Este es el consejo más valioso que un novato podría recibir. Diversas investigaciones han facilitado la comparación entre la presencia de metabolitos secundarios en plantas tanto in vivo como in vitro, y también la valoración de su actividad biológica.

### **2.2.12. Áreas de un laboratorio de propagación de tejidos de plantas**

Suárez (2020) argumenta que cuenta con las siguientes áreas:

#### **Sección de liderazgo**

Es el espacio asignado para llevar a cabo tareas administrativas y académicas, en el cual se ubican, principalmente, los líderes del laboratorio y los investigadores vinculados.

#### **Zona de higienización y aseo**

La insuficiente higiene de los contenedores y herramientas, junto con el manejo inapropiado de los residuos, son algunos de los principales causantes de contaminación en las prácticas de cultivo de tejidos.

#### **Área de preparación de medios de cultivo**

La preparación de medios de cultivo requiere del uso de equipos como balanzas, platos giratorios y potenciómetros, utensilios como beakers, tubos de ensayos, espátulas y barras giratorias, e insumos como sales, hormonas y reactivos.

**Zona de desinfección**

Este espacio alberga los dispositivos diseñados para minimizar los agentes contaminantes del medio de cultivo y de los explantes.

**Área de producción**

Esta es la zona del laboratorio donde se llevan a cabo las labores de establecimiento de explantes y subcultivos que tienen como objetivo la multiplicación de plantas o tejidos vegetales

**Zona de desarrollo**

El espacio designado para facilitar el progreso y evolución de los tejidos una vez que han sido introducidos en los medios de cultivo.

**2.2.13. Fuentes de contaminación**

Morales-Rubio et al. (2016), menciona las fuentes de contaminación en el cultivo in vitro son diversos elementos que pueden transportar agentes contaminantes.

**Material vegetal**

En las plantas, numerosos microorganismos e insectos coexisten en su superficie sin perturbar su crecimiento. Sin embargo, bajo condiciones in vitro, estos pueden transformarse en agentes patógenos del cultivo. Estos microorganismos residen en diminutas cavidades en la corteza de tallos y otros órganos, lo que complica su erradicación con soluciones desinfectantes. Por otro lado, algunas plantas albergan microbios en su sistema vascular, elevando así la probabilidad de contaminación.

**Aire**

El aire en condiciones normales contiene partículas suspendidas como partículas de polvo, esporas fúngicas, bacterias, ácaros y otros elementos contaminantes que pueden afectar la calidad del cultivo. Por esta razón, es necesario contar con un sistema de calidad del aire para reducir el riesgo de polución en las muestras cultivadas in vitro.

**Trabajador u operario**

El personal que trabaja en el laboratorio de propagación de tejidos puede ser un origen de polución para las muestras cultivadas in vitro. Adicionalmente, por el proceso natural de regeneración de la piel, las células que se desprenden del ser humano pueden aportar elementos externos que, al interactuar con los cultivos in vitro, pueden causar.



#### **2.2.14. Micropropagación Fases.**

Ruíz-Anchondo et al. (2018), argumentan lo siguiente:

##### **preparación de planta madre**

Para iniciar el cultivo en un ambiente estéril, es esencial adquirir explantes con el nivel nutricional correcto y un desarrollo óptimo. Para conseguir estos explantes, es aconsejable conservar las plantas progenitoras, es decir, de donde provienen las yemas, en un invernadero con condiciones reguladas por un lapso que puede variar de algunas semanas a varios meses.

##### **Desinfección del Material Vegetal**

Tras seleccionar la planta progenitora, se tomarán fragmentos de los cuales se derivarán los explantes. Estos pueden ser yemas, partes de hojas, segmentos de raíces o semillas. Previo a la extracción de los explantes, se procederá a desinfectar los segmentos de la planta donante para erradicar posibles contaminantes. Los contaminantes típicos son hongos y bacterias presentes en el entorno. Una vez limpio el tejido vegetal, es crucial mantenerlo en un ambiente esterilizado. Estos explantes se colocarán en un tubo de cultivo con un medio de inicio para supervisar su salud y viabilidad, después de haberlos desinfectado con hipoclorito de sodio.

##### **Introducción del Material In Vitro**

Después de un proceso de desinfección externa, se colocan las semillas o yemas, según el material escogido, en un entorno de cultivo libre de contaminantes. En un lapso de entre siete a quince días, se inicia la etapa de germinación o la formación de nuevos tejidos en las plantas.

##### **Multiplificación de los brotes.**

En esta etapa, se anticipa que los explantes que superaron las FASES 1 y 2 producirán brotes con Múltiples hojas. En la base de cada hoja, existe una yema que empezará a desarrollarse al entrar en contacto con el medio de cultivo. Con cierta regularidad, estos nuevos brotes deben ser transferidos a un nuevo entorno a través de divisiones y replantaciones.

### **Medio De Enraizamiento**

Emplea predominantemente plantines individuales de un tamaño cercano a los 2 centímetros. Los brotes conseguidos en la etapa de multiplicación se desplazan a un entorno sin reguladores de crecimiento o que únicamente contienen hormonas como las auxinas.

### **Aclimatación.**

Los explantes recién arraigados son particularmente vulnerables a variaciones ambientales, y el éxito del proceso entero puede depender de esta fase. Durante esta etapa, las plantas experimentarán transformaciones variadas que facilitarán su adaptación a condiciones naturales. Al retirar los explantes o plantines arraigados de los envases, no están completamente preparados para prosperar en un invernadero. Esto se debe a que han crecido y desarrollado raíces en entornos con humedad relativa alta y, por lo general, poseen estomas que no responden adecuadamente a disminuciones de humedad, siendo por ello demasiado lentos para prevenir la deshidratación del explante.

### **Cultivo**

Bembibre (2022), es el acto de preparar el suelo para que prosperen las plantas. También puede definirse como las técnicas empleadas en la agricultura para el cultivo de alimentos.

Según Kavya et al. (2021), se refiere al proceso de cultivar plantas en un ambiente controlado, como un laboratorio, utilizando técnicas de cultivo de tejidos vegetales

### **Propagar**

Ucha (2013), difundir algo, ya sea una información, dato o noticia, con el objetivo de hacerlo conocido y, así, informar a un gran número de personas que hasta entonces lo ignoraban.

Pérez (2022), este verbo alude a hacer que algo se disperse desde su origen hacia diversos lugares; a expandir o ampliar algo; o a aumentar algo a través de generación o diferentes métodos de reproducción.

### **Tejido vegetal**

Ramírez-Godina et al. (2020), es un grupo de células con estructura y función semejantes, provenientes de la misma capa embrionaria. Los diversos tejidos vegetales

incluyen el tejido dérmico, el tejido básico y el tejido vascular, y cada uno desempeña un papel particular en la planta.

Navarro (2016), unidad más pequeña de materia viva que posee todas las capacidades necesarias para asegurar la supervivencia de un organismo.

### **Modificar**

Ucha (2013), acción de cambiar algo en relación con un estado de inicio, transformando algunas características, aunque sin jamás modificar lo inherente a la esencia de ese algo.

Pérez (2022), se refiere a modificar o alterar algo, otorgar una nueva forma de ser a un material o restringir algo a un estado específico que lo diferencia de otros elementos.

### **Preservar**

Cotler y Sánchez (2012), define como la conservación de los activos naturales y culturales para el beneficio de las generaciones actuales y venideras, asegurando su continuidad en el tiempo y en su calidad.

Bembibre (2011), refiere a las medidas tomadas con el propósito principal de proteger y conservar un objeto, lugar o incluso un ser vivo ante potenciales daños o riesgos que puedan presentarse.

## **CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Ámbito y condiciones de la investigación**

#### **3.1.1. Ubicación política**

Morales es uno de los 14 distritos de la provincia de San Martín ubicada en el departamento de San Martín Perú.

El distrito de Morales limita:

Norte: Distrito de Cacatachi

Sur: Distritos de Juan Guerra y la provincia de Lamas

Este: Distrito de Tarapoto

Oeste: Distrito de Cacatachi y la provincia de Lamas

#### **3.1.2. Ubicación geográfica**

Latitud sur : -6° 29' 39"

Longitud oeste : -76°22'11"

Altitud : 382 m.s.n.m.m

#### **3.1.3. Condiciones climáticas**

Ecosistema : Bosque cálido y húmedo

Precipitación : 1377.6 mm/añual

Temperatura : Máx= 32,3°C; Mín= 21,51°C; Prom= 26,91°C

Altitud : 382 m.s.n.m.m

Humedad relativa : 99%.

#### **3.1.4. Periodo de ejecución**

El presente trabajo de investigación se ejecutó entre enero a marzo del 2023.

#### **3.1.5. Autorizaciones y permisos**

Para este trabajo de investigación no se contó con ninguna autorización ya que no afecta por ningún motivo al medio ambiente.

### 3.1.6. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

La Investigación presente no generó impactos negativos al medio ambiente.

### 3.1.7. Aplicación de principios éticos internacionales

La investigación presentada respetó los principios éticos generales de la investigación, entre los que cabe destacar: integridad, respeto a las personas, al ecosistema y justicia.

## 3.2. Sistema de variables

### 3.2.1. Variable de estudio

- Aportes científicos
- Metodologías para la propagación de tejidos y semillas

#### Tabla 1

*Descripción de variables por objetivo específico*

Objetivo específico 1: Recopilar información bibliográfica de los aportes científicos que viene realizando en la propagación de tejidos y semilla vegetales de la FCA/UNSM.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Aportes científicos en el laboratorio de cultivos y tejidos vegetales	- Aportes científicos	-Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales (LCTV) de la FCA/UNSM	-Tabla
Objetivo específico 2: Recopilar información bibliográfica sobre las metodologías realizadas en la propagación de tejidos y semillas vegetales de la FCA/UNSM.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Metodologías realizadas	- Aportes científicos	- Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales (LCTV) de la FCA/UNSM	-Tabla.

## 3.3. Procedimiento de la investigación

El presente trabajo se caracterizó por ser un estudio de tipo descriptivo, de acuerdo a las fuentes bibliográficas confiables revisadas y a los antecedentes obtenidos, en la propagación de tejidos y semillas vegetales de la FCA/UNSM.

### **3.3.1. Objetivo específico 1**

Recopilar información bibliográfica de los aportes científicos que viene realizando en la propagación de tejidos y semilla vegetales de la FCA/UNSM.

Búsqueda de la información: Se realizó la búsqueda referente a la variable del problema en diferentes repositorios autorizados, como, Scielo, Redalyc, Scopus, Springler, Google Académico, Tesis y Artículos Científicos citando a los autores en cada investigación utilizada en la presente tesis.

Análisis de la Información: Se procedió a analizar y seleccionar la información adecuada para enriquecer el informe final.

Sistematización: Se procedió a ordenar la información de acuerdo a las normas APA séptima edición utilizando ordenadores como Mendeley y Zotero, aplicando la técnica del parafraseo.

Redacción de la Información: Se procedió a redactar la presente tesis de acuerdo a la estructura y el reglamento de la universidad, siguiendo los lineamientos, directivas y el manual de estructura y redacción de proyectos de investigación de la UNSM 2022.

### **3.3.2. Objetivo específico 2**

Recopilar información bibliográfica sobre las metodologías realizadas en la propagación de tejidos y semillas vegetales de la FCA/UNSM.

Búsqueda de la información: Se realizó la búsqueda referente a la variable del problema en diferentes repositorios autorizados, como, Scielo, Redalyc, Scopus, Springler, Google Académico, Tesis y Artículos Científicos citando a los autores en cada investigación utilizada en la presente tesis.

Análisis de la Información: Se procedió a analizar y seleccionar la información adecuada para enriquecer el informe final.

Sistematización: Se procedió a ordenar la información de acuerdo a las normas APA séptima edición utilizando ordenadores como Mendeley y Zotero, aplicando la técnica del parafraseo.

Redacción de la Información: Se procedió a redactar la presente tesis de acuerdo a la estructura y el reglamento de la universidad, siguiendo los lineamientos, directivas y el manual de estructura y redacción de proyectos de investigación de la UNSM 2022.

## **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Resultados del objetivo específico 1**

Los estudios sobre propagación de plantas emplean técnicas vanguardistas para el cultivo de tejidos vegetales y la generación de semillas de excelente calidad, con el objetivo de mejorar la eficiencia en la reproducción y preservación de especies vegetales relevantes para la agricultura y el medio ambiente. En la Tabla 2, se presenta data bibliográfica relacionada con las contribuciones científicas de la FCA/UNSM en la propagación de tejidos y semillas vegetales.

**Tabla 2**

*Aportes científicos que viene realizando en la propagación de tejidos y semilla vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM*

<b>Ubicación</b>	<b>Tipo de Aporte</b>	<b>Nombre del Aporte Científico</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Conclusiones del Aporte</b>
<b>Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales FCA/UNSM</b>	Investigación Experimental	" Reproducción Sexual y Clonal de Sangre de Grado (Croton sp.) in vitro en un invernadero de Tarapoto - Perú"	Profundizar en las técnicas apropiadas de propagación de esta especie, tanto en condiciones in vitro como en invernadero, usando semillas y componentes vegetativos: brotes, hojas y pecíolos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los tratamientos más efectivos en la propagación sexual son: En el invernadero, el tratamiento 3 (Semillas inmersas en 150 ml de ácido giberélico a una concentración de 500 ppm por 36 horas) tuvo un 87,53% de tasa de germinación, con plantas de 5,09 cm de alto y un promedio de 6,00 hojas por plántula.</li> <li>• El tratamiento 3 (Semillas inmersas en 150 ml de ácido giberélico con una concentración de 500 ppm por 36 horas) mostró el mayor porcentaje de callos, con un 5,19% en la propagación sexual in vitro.</li> <li>• Durante la propagación asexual in vitro utilizando explantes de hojas y pecíolos, el tratamiento 2 (con una dosis de 0,25 de ácido 2,4-dicloro-fenoxiacético) resultó en la formación del 44,00% de callos..</li> </ul>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022*



Ubicación	Tipo de Aporte	Nombre del Aporte Científico	Objetivo	Conclusiones del Aporte
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales FCA/UNSM	Investigación Experimental	" Propagación In Vitro y en Invernadero de Sangre de Grado ( <i>Croton sp.</i> ) mediante Técnicas Sexuales y Clonales en Tarapoto, Perú "	Profundizar en las técnicas apropiadas para la propagación de esta especie, en condiciones de cultivo in vitro y en invernadero, haciendo uso de semillas y partes vegetativas como brotes, hojas y pecíolos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el ensayo de propagación asexual in vitro, los tratamientos 1, 2 y 3 (plantación de segmentos nodales: sin 2,4-dicloro-fenoxiacético, con 0,25% de 2,4-D y 0.50% de 2,4-D) mostraron un 100% de supervivencia, morfogénesis y coloración verde, arrojando los resultados más óptimos (Lozano Del Águila, Jorge).</li> </ul>
		Evaluación de medios de propagación in vitro de la caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ) utilizando cultivos de meristemos	Desarrollar un protocolo eficiente para la diferenciación de meristemos en la propagación in vitro de la caña de azúcar variedad Azul Casa Grande.	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la fase de introducción in vitro de los meristemos, se registró un nivel moderado de contaminación, que probablemente se debió a deficiencias en la asepsia durante la extracción y plantación de meristemos.</li> <li>A pesar de los explantes descartados debido a contaminación y fenolización, el establecimiento normal de los parámetros evaluados no se vio afectado, dado que los meristemos plantados en los distintos tratamientos mostraron un desarrollo adecuado durante todo el período de estudio.</li> <li>Se logro establecer un protocolo eficiente para medios de cultivo utilizados en la propagación in vitro de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) mediante meristemos.</li> </ul>

Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022

Ubicación	Tipo de Aporte	Nombre del Aporte Científico	Objetivo	Conclusiones del Aporte
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales FCA/UNSM	Investigación Experimental	Cultivo in vitro de piña ( <i>Ananas comosus</i> L. Merr.) a partir de yemas auxiliares.	Desarrollar un protocolo de micropropagación del cultivo de piña ( <i>Ananas comosus</i> ) utilizando yemas axilares.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso combinado de una desinfección inicial al 2% seguida de una al 0,5% de hipoclorito de sodio arrojó resultados positivos. Estos podrían optimizarse aún más si las yemas, una vez extraídas del brote, tuvieran una exposición prolongada antes de su cultivo in vitro.</li> <li>• La selección adecuada de las plantas que donarán las yemas es crucial, teniendo en cuenta aspectos como el tratamiento químico previo, la edad de la planta donadora, su condición sanitaria, entre otros factores.</li> <li>• Se ha establecido un método efectivo para la propagación y aclimatación de plántulas de <i>Ananas comosus</i> L. que han enraizado in vitro. Esto permite la aplicación de esta técnica para la producción a gran escala de nuevos cultivares o la renovación de los ya presentes en la Región San Martín.</li> </ul>
	Investigación Experimental	Establecimiento de un protocolo para la propagación in vitro de <i>Phragmipedium kovachii</i> Atwood Dalstrom & Fernández ( <i>Orchidaceae</i> ) utilizando semillas.	Desarrollar un protocolo para la propagación in vitro de plántulas de <i>Phragmipedium kovachii</i> Atwood, Dafström & Fernández desde la siembra de semillas hasta su enraizamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El procedimiento implementado para la propagación in vitro de <i>Phragmipedium kovachii</i> Atwood Dalstrom &amp; Fernández facilitó la germinación de semillas, la creación de protocormos y el enraizamiento de las plántulas.</li> </ul>

Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022

Ubicación	Tipo de Aporte	Nombre del Aporte Científico	Objetivo	Conclusiones del Aporte
<b>Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales FCA/UNSM</b>	Investigación Experimental	" Propagación por vía sexual y clonal de Sacha Inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> L.) en condiciones in vitro"	Determinar un protocolo para la propagación sexual de Saha Inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> L.) bajo condiciones in vitro	Se logro establecer un protocolo eficiente de introducción a condiciones in vitro de sachá inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> L.) a través de embriones, demostrando que el medio de cultivo y la técnica empleada para tal fin es la más adecuada.
		Propagación in vitro tanto sexual como clonal de Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.).	" Desarrollar un protocolo para el enraizamiento y multiplicación lateral de segmentos nodales del Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.)"	Se consiguió definir un protocolo inicial para obtener plántulas de cedro in vitro utilizando segmentos nodales.

Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022

Ubicación	Tipo de Aporte	Nombre del Aporte Científico	Objetivo	Conclusiones del Aporte
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales FCA/UNSM	Investigación Experimental	Multiplicación a gran escala de orquídeas ( <i>Cattleya</i> y <i>Phalaenopsis</i> ) utilizando biorreactores de inmersión temporal en San Martín, Perú	Evaluar el desarrollo de plántulas cultivo in vitro de <i>Cattleya</i> sp. y <i>Phalaenopsis</i> sp., orquídeas de gran valor en el mercado peruano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La creciente demanda de orquídeas, especies de relevancia económica, ha impulsado la necesidad de producir plántulas de calidad superior (con uniformidad, genética y control fitosanitario) en tiempos reducidos, utilizando métodos biotecnológicos. En este contexto, el estudio resalta la relevancia del cultivo in vitro en la propagación de orquídeas de los géneros <i>Phalaenopsis</i> y <i>Cattleya</i>. Se evaluaron factores clave como la cantidad de raíces y la longitud de las plántulas a los 90, 180 y 270 días desde el inicio del experimento.</li> <li>• Se logró obtener una metodología base que facilita la propagación y preservación de plántulas de <i>Phalaenopsis</i> y <i>Cattleya</i> a partir de semillas cultivadas en el vivero de orquídeas de la Universidad Nacional de San Martín.</li> </ul>

Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022.

Ubicación	Tipo de Aporte	Nombre del Aporte Científico	Objetivo	Conclusiones del Aporte
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales FCA/UNSM	Investigación Experimental	Efecto de las hojas y del enraizado en la propagación vegetativa por mini túneles del árbol del caucho ( <i>Hevea brasilienses</i> )	Evaluar los efectos de diferentes números de folíolos y diferentes concentraciones de ácido indol-3-butírico (IBA) sobre la supervivencia, el número y la longitud de las raíces y el porcentaje de enraizamiento de esquejes de tallos frondosos de <i>Hevea brasilienses</i> cultivados en mini túneles de plástico con riego por nebulización.	Los resultados más destacados en el proceso de enraizamiento de esquejes de <i>Hevea brasilienses</i> de 6-7 cm de longitud, que fueron colocados en mini túneles de plástico con nebulización, se lograron al emplear cinco hojas y una concentración de 2000 ppm de ácido indol-3-butírico (IBA). Con esta combinación de tratamientos, después de 29 días, se obtuvo un índice de enraizamiento del 79,16%, con un promedio de 4.1 raíces por esqueje y una longitud promedio de raíz de 2,9 cm. Estos resultados indican que es viable propagar <i>Hevea brasilienses</i> mediante el corte de tallos foliares en mini túneles, lo que presenta oportunidades significativas para iniciar proyectos de mejora en árboles de caucho con características superiores, en particular, una mayor producción de látex, así como para conservar el germoplasma y realizar mejoras genéticas.

Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022

Ubicación	Tipo de Aporte	Nombre del Aporte Científico	Objetivo	Conclusiones del Aporte
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales FCA/UNSM	Investigación Experimental	<p><i>Propagación vegetativa de Manilkara bidentata (A.DC.) A.Chev. Utilizando mini túneles en la región amazónica peruana.</i></p>	<p>Determinar los efectos de la dosis de AIB (0, 3000 y 6000 ppm) y el área foliar (0%, 50% y 100%) en la propagación vegetativa de <i>Manilkara bidentata</i>.</p>	<p>La combinación de 3000 ppm de AIB y el 50% del área foliar resultó en un enraizamiento exitoso para los esquejes de la planta, con un promedio de 3,88 raíces por esqueje, una tasa de enraizamiento del 75%, raíces con una longitud promedio de 3,26 cm y una tasa de brotación del 94%. Los análisis estadísticos revelaron que solo la variable de brotación fue influenciada por la dosis de IBA y el área foliar, mientras que las demás variables no mostraron cambios significativos debido a estas variaciones. Estos resultados concuerdan con investigaciones previas que indican que el enraizamiento alcanza un máximo y luego disminuye debido a dosis excesivas de auxina. La combinación mencionada pudo haber facilitado un equilibrio óptimo en los procesos fotosintéticos.</p>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022*

Para describir los aportes científicos que viene realizando en la propagación de tejidos y semilla vegetales de la FCA/UNSM, en la tabla 2 se refleja en los resultados que uno de los aportes es sobre la “Propagación in vitro y en invernadero de Sangre de Grado (*Croton sp.*)” mediante técnicas sexuales y clonales, este aporte tuvo como objetivo expandir el entendimiento acerca de las técnicas apropiadas de cultivo de esta planta en condiciones controladas in vitro y en invernaderos, utilizando tanto semillas como distintas partes del vegetal, incluyendo brotes, hojas y pecíolos; sus conclusiones fueron, en el estudio de propagación de la pitahaya, se encontraron resultados destacados en la propagación sexual y asexual.

Asimismo, otra entrega es sobre el "Análisis de medios de cultivo para la propagación in vitro de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) usando meristemos", cuyo propósito fue definir un método eficaz para la diferenciación de meristemos en el cultivo in vitro de la variedad Azul Casa Grande de caña de azúcar. Se buscó desarrollar un procedimiento eficiente que permitiera la obtención de meristemos sanos y viables para su posterior utilización en la multiplicación y mejoramiento genético de esta variedad. En este estudio, se desarrolló un protocolo eficiente para el cultivo in vitro de caña de azúcar utilizando meristemos. Aunque se observó cierto nivel de contaminación durante la introducción de los meristemos, esto no afectó el desarrollo normal de las plantas. Se pudo establecer un método adecuado para cultivar y multiplicar las plantas de caña de azúcar en el laboratorio, utilizando los meristemos como material inicial.

Otro trabajo fue la investigación denominada “Cultivo in vitro de piña (*Ananas comosus L. Merr.*) a partir de yemas auxiliares.”, el cual tuvo como objetivo crear un procedimiento para la micropropagación, utilizando yemas axilares como material inicial. Sus conclusiones del aporte son que se ha desarrollado un eficiente protocolo de micropropagación, el cual se utilizó yemas axilares. Se encontró que una desinfección con hipoclorito de sodio al 2% seguida de otra al 0.5% produce buenos resultados. Es importante seleccionar adecuadamente las plantas donadoras de yemas y tener en cuenta factores como el tratamiento químico anterior y la condición sanitaria. Este método facilita la producción a gran escala de nuevos cultivares y la renovación de los ya presentes en la Región San Martín.

Otro aporte es la investigación denominada “elaboración de un protocolo para el cultivo in vitro de *Phragmipedium kovachii* Atwood Dalstrom y Fernández (*Orchidaceae*) utilizando semillas”, el cual tuvo como objetivo establecer un procedimiento para la propagación in vitro de plántulas, desde la etapa de semillas hasta el enraizamiento.

Su conclusión fue que, gracias al protocolo implementado durante la propagación in vitro de *Phragmipedium kovachii* Atwood Dalstrom & Fernández, se alcanzó con éxito la germinación de las semillas, el desarrollo de protocormos y el correcto enraizamiento de las plántulas.

Otro aporte es la investigación titulada “multiplicación sexual y clonal de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en condiciones in vitro”, cuyo propósito fue definir un método para la propagación sexual de la planta en un entorno controlado de cultivo in vitro. Su conclusión fue que, se logró desarrollar un eficiente protocolo para la introducción de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) a condiciones in vitro mediante la utilización de embriones. Este estudio demuestra que el medio de cultivo y la técnica empleada son las más adecuadas para este propósito.

Asimismo, otra presentación fue la investigación nombrada “Cultivo in vitro del cedro (*Cedrela odorata* L.) mediante organogénesis”, esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un procedimiento metodológico para el arraigo y la propagación lateral de segmentos nodales del cedro, con el propósito de establecer una metodología efectiva y precisa para estas etapas del cultivo. Su conclusión fue que, se consiguió definir un protocolo esencial para generar plántulas de cedro in vitro a partir de segmentos nodales, lo cual representa un avance significativo en la propagación de esta especie.

Otra contribución fue la investigación denominada “Propagación masiva de orquídeas (*Cattleya* y *Phalaenopsis*) mediante un sistema de biorreactores de inmersión temporal en San Martín, Perú”, la que tuvo como objetivo realizar una evaluación del desarrollo de plántulas de las especies. in vitro, ambas pertenecientes al género de las orquídeas y de gran valor comercial en Perú. Su conclusión es que, debido a debido al aumento en la demanda de orquídeas, plantas con significativo valor económico, se ha investigado la producción de plántulas de alta calidad en un tiempo reducido utilizando herramientas biotecnológicas. Esta investigación resalta la relevancia del cultivo in vitro en la multiplicación de orquídeas de los géneros *Phalaenopsis* y *Cattleya*. Se analizaron aspectos esenciales, como la cantidad de raíces y la longitud de las plántulas, a los 90, 180 y 270 días desde el comienzo del experimento. Como resultado, se ha establecido una metodología base que permite la propagación y conservación de plántulas de *Phalaenopsis* y *Cattleya* a partir de semillas en el vivero de orquídeas de la Universidad Nacional de San Martín.



Otra colaboración fue la investigación, en dónde el estudio analizó diferentes cantidades de hojas y niveles de ácido indol-3-butírico (IBA) influyen en la capacidad de los esquejes del árbol del caucho (*Hevea brasilienses*) para desarrollar raíces en mini túneles con riego por nebulización. Se descubrió que la mejor combinación para la propagación consiste en usar esquejes con cinco hojas y tratarlos con una concentración de 2 000 ppm de IBA. Este tratamiento resultó en un enraizamiento del 79,16% en 29 días, generando en promedio 4.1 raíces por esqueje con una longitud de raíz de aproximadamente 2,9 cm. Estos hallazgos sugieren que los mini túneles son una técnica prometedora para propagar y mejorar las variantes del árbol de caucho, lo que podría conducir a una mayor producción de látex y a avances en la conservación y mejora genética de esta especie.

De la misma manera otro trabajo fue, el estudio donde se investigó, cómo diferentes dosis de AIB y áreas foliares afectan la propagación vegetativa de *Manilkara bidentata* en la Amazonía peruana usando mini túneles. Se encontró que el tratamiento más efectivo combinaba 3 000 ppm de AIB con un 50% del área foliar. Esta combinación logró una tasa de enraizamiento del 75%, con un promedio de 3,88 raíces por esqueje y una longitud media de raíz de 3,26 cm. Además, se observó una impresionante tasa de brotación del 94%. Sin embargo, de todas las variables estudiadas, solo la brotación se vio afectada significativamente por las dosis de AIB y el área foliar. Estos hallazgos refuerzan investigaciones anteriores que sugieren que hay un límite en el beneficio de la auxina, y que dosis demasiado altas pueden ser contraproducentes. Es probable que la combinación ideal de 3 000 ppm de AIB y el 50% del área foliar haya proporcionado el equilibrio perfecto para los procesos fotosintéticos de la planta.

Estos resultados son comparados con Silva y Soto (2019), quienes señalan que, en su estudio llevado a cabo en la Universidad Nacional Agraria La Molina, se enfocó en optimizar el protocolo de micropropagación de papaya utilizando reguladores de crecimiento. El objetivo fue desarrollar un método eficiente para la propagación masiva de plantas de papaya, lo cual es importante para la industria agrícola y la conservación de esta especie. En donde concluyeron que la optimización del protocolo de micropropagación de papaya con reguladores de crecimiento es un paso significativo hacia una agricultura más eficiente y sostenible. Lo cual beneficia a la industria, promueve la conservación de la biodiversidad agrícola y respalda la investigación futura en este campo crucial.

Asimismo, González y López (2020), añaden que en la Universidad de Costa Rica llevaron a cabo un estudio para establecer un protocolo de micropropagación de plátano a partir de yemas axilares, su objetivo fue lograr la propagación masiva de plántulas de plátano, lo cual es de gran importancia para la producción de esta fruta de alto valor económico en la región. Concluyendo que la producción agrícola al proporcionarle un mayor número de plantas de alta calidad en menos tiempo, beneficia a los agricultores y a su economía. Además, al garantizar la disponibilidad de recursos genéticos para estas frutas, se fortalece la capacidad de enfrentar desafíos como enfermedades y cambios climáticos, lo que es fundamental para la seguridad alimentaria y la biodiversidad agrícola.

Además, Hernández y Fuentes (2017), indican que en la Universidad Nacional de Colombia, se examinaron diversos medios de cultivo y procedimientos de desinfección para la propagación in vitro de orquídeas *Phalaenopsis*. La meta era establecer una técnica eficaz para su multiplicación y multiplicación de estas orquídeas de amplio valor comercial, lo cual es relevante para la industria de la floricultura.

También, Miller (2018) en la Universidad de São Paulo estudió la propagación in vitro de café utilizando meristemas apicales. El objetivo fue establecer un protocolo para la propagación masiva de plantas de café, lo cual es importante para la producción de esta planta de importancia económica en varias regiones del mundo. Concluyo que la producción sostenible de café proporciona un método eficaz en la multiplicación de plantas de alta calidad en un corto período de tiempo. Esto, a su vez, puede fortalecer la seguridad alimentaria y económica de las áreas que dependen de la producción de café, al tiempo que podría ayudar a enfrentar los desafíos climáticos y fitosanitarios que afectan a esta cultura.

Así mismo Jones (2018), en su investigación realizada en la Universidad Nacional de Trujillo argumenta que, desarrolló un protocolo de micropropagación para la multiplicación a gran escala de plántulas de papa utilizando segmentos nodales. El objetivo fue lograr una propagación eficiente de plantas de papa, lo cual es esencial para la producción de este cultivo alimentario básico. Concluyendo que la micropropagación aumenta la disponibilidad de plantas de papa de alta calidad en un período de tiempo más corto, lo que tiene un impacto directo en la producción agrícola, ayudando en la seguridad alimentaria. Además, contribuye a desafíos relacionados con enfermedades, variabilidad genética y escasez de semillas, que son factores críticos en la producción de papa.

## **4.2 Resultados del objetivo específico 2**

En el Laboratorio, se emplean diversas metodologías para la propagación de tejidos y semillas vegetales. Estas técnicas incluyen la cultura de tejidos, donde se manipulan células y tejidos para producir clones genéticamente idénticos, y la germinación de semillas bajo condiciones controladas, lo que permite el cultivo de plantas en ausencia de factores ambientales. Estas metodologías son fundamentales en la investigación y la producción de plantas con características deseables. En la tabla 3 se describen las metodologías realizadas en la propagación de tejidos y semillas vegetales de la FCA/UNSM.

**Tabla 3**

*Metodologías realizadas en la propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales (LCTV) de la FCA/UNSM*

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022*

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	"Propagación Sexual y clonal de Sangre de Grado ( <i>Croton sp.</i> ) bajo condiciones in vitro en un invernadero en Tarapoto - Perú"	<p><b>Elaboración del medio de cultivo:</b> Se empleó la base Murashige &amp; Skoog enriquecida con suerosa a 20 g/l, gel rite al 2,5% y 2% de carbón activo.</p> <p><b>Obtención y preparación de frutos:</b> Se recolectaron cápsulas con semillas del terreno propiedad del Sr. Manuel Delgado, ubicado en Tres de Octubre, a 9 Km en la carretera Tarapoto - Juanjuí.</p> <p><b>Tratamiento de semillas:</b> Los frutos se procesaron a temperatura ambiente y se expusieron al sol para separar las semillas de cápsulas que se abren por sí solas. Se seleccionaron semillas de tonalidad plomo oscuro, descartando las de color pardo. Tras sumergirlas en agua durante 36 horas para distinguir viabilidad, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2%, y se cultivaron en invernadero en frascos de vidrio (In Vitro) y bandejas germinadoras.</p>
Laboratorio de Cultivos de la FCA/UNSM	"Propagación Sexual y Clonal de Sangre de Grado ( <i>Croton sp.</i> ) in vitro en invernadero en Tarapoto - Perú"	<p><b>Siembra:</b> Se rellenaron las celdas de las bandejas germinadoras con suelo estéril de 22 bosques. Posteriormente, se introdujeron 5 semillas de <i>Croton sp.</i> en cada celda, sumando un total de 200 semillas distribuidas en 5 tratamientos con 10 repeticiones cada uno.</p> <p><b>Siembra in vitro de semillas:</b> La siembra in vitro se llevó a cabo en una cámara de flujo laminar de aire para prevenir contaminaciones. Se efectuó en 4 tratamientos con 10 repeticiones cada uno, sembrando 5 semillas por frasco, lo que totaliza 200 semillas.</p>

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	"Propagación Sexual y Clonal de Sangre de Grado ( <i>Croton</i> sp.) in vitro en invernadero en Tarapoto - Perú"	<p><b>Recolección y tratamiento de hojas, pecíolos y puntas de brotes:</b></p> <p>Las hojas, pecíolos y puntas de los brotes se obtuvieron de plántulas con 70 días de germinación in vitro. Las puntas se esterilizaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1% durante 15 minutos, se lavaron tres veces con agua destilada estéril y se colocaron en tubos de ensayo con 12 ml de medio de cultivo. Posteriormente, se trasladaron al espacio de incubación.</p> <p>Por su parte, las hojas y pecíolos se sometieron a un proceso de esterilización con hipoclorito de sodio al 0.5% durante 15 minutos, se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril y se depositaron en placas Petri conteniendo 12 ml de medio de cultivo. Luego, también fueron llevados al entorno de incubación.</p> <p><b>Plantación de semillas en el vivero:</b></p> <p><b>Sustrato:</b> Se empleó el suelo obtenido del mismo lugar donde crecen los árboles de <i>Croton</i>, de donde se recogieron las semillas. El suelo fue de color oscuro franco arcilloso, el cual fue colocado en bandejas germinadoras y desinfectado con vapor de agua, en una autoclave esterilizadora a 121 °C y 15 lb. de presión por 1 hora.</p> <p><b>Preparación de las semillas:</b> A las semillas se aplicaron los mismos tratamientos indicados en la prueba "in vitro". Utilizando 5 tratamientos con 1 O repeticiones cada uno y 5 semillas por repetición.</p>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022*

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos de la FCA/UNSM	“Evaluación de medios de cultivo en la propagación in viro de caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ) a partir de meristemas”	<p><b>Obtención del material vegetal:</b> Se obtuvo el material vegetal del fundo 'Miraflores', propiedad de la UNSM, donde se identificó la variedad Azul Casa Grande con criterios de calidad fitosanitaria y características agronómicas deseables, como un diámetro de tallo adecuado y entrenudos bien desarrollados, además de estar libre de plagas y enfermedades. Los tallos se dividieron en segmentos nodales y se sometieron a un proceso de desinfección. Estos segmentos se utilizaron para cultivar brotes jóvenes.</p> <p><b>Preparación de los medios de cultivo:</b> Los medios de cultivo utilizados en el proceso de propagación in vitro de la caña de azúcar consistieron en una combinación de sales minerales según la formulación MS-1962, hormonas, vitaminas y otros componentes. Estos medios se prepararon el 11 de diciembre de 2003. Para la elaboración de los diferentes medios de cultivo, se comenzó con la solución base de MS y luego se añadieron los diversos componentes nutricionales e insumos de acuerdo con la formulación específica de cada tratamiento en estudio.</p>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022*

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Evaluación de medios de cultivo en la propagación in viro de caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ) a partir de meristemas”	<p><b>Preparación y desinfección del explante:</b> Seleccionado los brotes adecuados, se procedió a limpiarlos con una solución de detergente comercial (5 g/l), utilizando una escobilla de cerdas suaves para retirar el material muerto y el polvo de la superficie. Se enjuagó con agua corriente continua hasta eliminar los residuos de detergente. Luego, se trasladó a la cámara de siembra y bajo un flujo de aire estéril, se procedió a sumergir los brotes en alcohol etílico al 96% durante 15 segundos, seguido de una inmersión en una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 1% durante 8 minutos. Luego, se realizaron tres enjuagues con agua destilada estéril, con cada enjuague durando al menos dos minutos para asegurar la completa eliminación del hipoclorito. Todos estos pasos se llevaron a cabo con agitación constante. Una vez finalizado el proceso de desinfección, se trasladaron los brotes a un Beaker con agua destilada estéril.</p> <p><b>Obtención del explante para la siembra In Vitro:</b> El explante inicial, se colocó en una placa petri estéril y con el empleo de un estéreo microscopio, pinza y bisturí se procedió a la eliminación de las hojas hasta la obtención del domo meristemático conteniendo 3 o 4 primordios foliares a la cual se le práctico un corte perpendicular para separarlo del resto de tejido.</p>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022*

Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Evaluación de medios de cultivo en la propagación in viro de caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ) a partir de meristemos”	<p><b>Establecimiento del explante:</b> Los explantes obtenidos (domo meristemático con 2 o 3 primordios) fueron sembrados en tubos de ensayo conteniendo 20 ml. de medio de cultivo sólido (un meristemo por tubo), rotulados debidamente. Estos fueron cubiertos con bolsas y las plántulas se colocaron en bandejas de plástico de color negro y se trasladaron a la sala de incubación, donde se mantuvieron a una temperatura de 24 °C ± 2 y una humedad relativa del 80 % durante un período de 15 días. Luego, se descubrieron y se expusieron a una iluminación de 3 000 lux, a una temperatura de 25 °C, y se controló el fotoperíodo con un temporizador de 40 amperios, proporcionando 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad.</p> <p><b>Parámetros evaluados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La tasa de contaminación,</b> de los explantes se monitorizó semanalmente hasta los 15 días posteriores a la siembra in vitro en todos los tratamientos establecidos</li> <li>• <b>Fenolización.</b> El porcentaje de fenolización de los explantes se evaluó semanalmente hasta los 56 días después de la siembra In Vitro en todos los tratamientos establecidos.</li> </ul>



Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Análisis de los medios de cultivo en la multiplicación in vitro de caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ), a partir de meristemos”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tasa de Crecimiento:</b> La velocidad de desarrollo de las plántulas establecidas en cada uno del tratamiento se registró con la toma de datos de altura promedio (que consistió desde la base de la planta hasta el punto de crecimiento) de las plántulas en cada observación hasta los 56 días.</li> <li>• <b>Cantidad de Brotes:</b> Se registró la cantidad promedio de brotes generados por cada meristemo inducido en los diferentes tratamientos hasta transcurridos 56 días desde la siembra in vitro.</li> <li>• <b>Cantidad de Hojas:</b> Se evaluó la cantidad de hojas tanto en el meristemo inducido como en los brotes correspondientes, calculando un promedio en cada observación por tratamiento hasta los 56 días.</li> <li>• <b>Cantidad de Raíces:</b> Se examinó la cantidad de raíces en el conjunto de brotes originados a partir del meristemo inicial, calculando un promedio en cada observación por tratamiento hasta los 56 días.</li> <li>• <b>Longitud de las Raíces:</b> Se midió la longitud de las raíces en el conjunto de brotes originados a partir del meristemo inicial a los 56 días después de la siembra in vitro. Este proceso implicó retirar las plántulas del recipiente que las contenía y calcular un promedio por observación en su respectivo tratamiento.</li> </ul>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022*

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Propagación in vitro de piña ( <i>Ananas comosus</i> L. Merr.), utilizando yemas auxiliares”	<p><b>Preparación del Material Vegetal:</b> Se emplearon brotes de la base del fruto que mostraban un buen desarrollo y grosor. Debido a la disposición de las hojas y a la posible presencia de contaminantes sistémicos cerca del suelo en este cultivo, existía un riesgo elevado de contaminación. El material vegetal seleccionado se sometió a un lavado con abundante agua potable para eliminar cualquier rastro de tierra. Se efectuó un corte en la base para eliminar la parte que se conecta con la planta madre, así como otro corte apical a unos 6 cm de la base. Posteriormente, se volvió a lavar el material vegetal para eliminar entre 2 y 3 hojas de la zona basal. Después de este proceso, se procedió a lavar el material vegetal con una solución de agua y detergente (5 g/l) bajo agitación continua durante 20 minutos. Luego, se enjuagaron los explantes con abundante agua corriente para eliminar cualquier residuo de detergente. Subsiguientemente, se realizó la desinfección de los mismos.</p> <p><b>Desinfección de los explantes:</b> Inicialmente, se llevó a cabo la desinfección sumergiendo los explantes en una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2% durante un período de 10 minutos, trasladándose luego a la cámara de flujo laminar, donde bajo condiciones de flujo de aire estéril, se procedió a eliminar las hojas basales restantes con una pinza esterilizada, hasta exponer las yemas laterales. Se procedió entonces a tratarlas con una solución desinfectante de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 0,25% durante 5 minutos en continua agitación, se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril con el fin de eliminar totalmente residuos de la solución desinfectante procediéndose luego a la extracción y siembra de la yema lateral.</p>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022.*

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Propagación in vitro de piña ( <i>Ananas comosus</i> L. Merr.), utilizando yemas auxiliares”	<p><b>Extracción e introducción de yemas laterales en condiciones in vitro:</b> Luego de la extracción de la yema lateral utilizando un bisturí N° 11, se procedió a colocar el explante en un entorno de cultivo in vitro. Este proceso se llevó a cabo utilizando frascos de 15 onzas de capacidad que contenían 50 ml de medio de cultivo inductor.</p> <p><b>Proliferación de brotes:</b> Las yemas que habían diferenciado se sub cultivaron en un medio de cultivo que consistía en sales de M&amp;S (1962) en su concentración total. Este medio se enriqueció con 6-BAP a concentraciones de 0,5, 1,0 y 1,5 mg, sacarosa a una concentración de 30 g/l, Gel Rite a una concentración de 2,5 g/l, y se ajustó el pH a 5,6.</p> <p><b>Enraizamiento:</b> Los brotes obtenidos se transfirieron a un medio de cultivo que estaba formulado con la mitad de la concentración de las sales de M&amp;S (1962). En este medio, los brotes lograron un enraizamiento exitoso.</p> <p><b>Aclimatación de plántulas:</b> Una vez obtenido buen desarrollo radicular y un tamaño de 3 cm. de altura, las plántulas se aclimataron en sustrato natural (tierra negra) esterilizado en autoclave a 15 lbs por 20 minutos.</p>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022*

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Desarrollo de protocolo para la propagación in vitro del <i>Phragmipedium kovachii</i> Atwood Dalstrom & Fernández (Orchidaceae) a partir de semillas.”	<p><b>Selección y transporte de material del material de inicio:</b> El material, en forma de cápsula, se obtuvo mientras aún estaba unido a la planta y no había alcanzado su madurez completa. Debido a la falta de precisión en el momento exacto de la polinización, se decidió dejarlo en un macetero para que continuara su desarrollo hasta alcanzar la madurez completa, lo que tomó aproximadamente 6-7 meses. Cuando la cápsula finalmente llegó a su etapa de madurez, que ocurrió a los 7 meses, se procedió a su cosecha utilizando unas tijeras. Posteriormente, se colocó en papel bond limpio y se registraron algunos datos relacionados con la recolección, como el lugar, la especie y el tiempo de maduración, colector etc. En el entorno del laboratorio, se llevó a cabo la extracción de las semillas de la cápsula madura. Esto se hizo dividiendo la cápsula en tres partes utilizando un bisturí y luego depositando el contenido en un papel más delicado. Este proceso se realizó con precaución para evitar la pérdida del material vegetal, que en este caso eran las semillas. Además, se mantuvo un registro constante de los datos relacionados con la recolección de las semillas.</p> <p><b>Preparación y desinfección de cápsula dehiscente (abierta):</b></p> <p><b>a. Acondicionamiento de los materiales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se preparó una solución desinfectante a base de hipoclorito de sodio al 0,5% (NaCl) para llevar a cabo la desinfección.</li> <li>• Para desinfectar las semillas que se abrieron, se empleó el método de la jeringa, el cual presenta la ventaja de ser efectivo en la desinfección de semillas dehiscentes, gracias a la barrera de algodón contenida en su interior.</li> <li>• Para la siembra, se procedió a insertar un fragmento de algodón en el interior de la jeringa y luego se aplicó una ligera presión.</li> </ul>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022.*

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Desarrollo de protocolo para la propagación in vitro del <i>Phragmipedium kovachii</i> Atwood Dalstrom & Fernández (Orchidaceae) a partir de semillas.”	<p><b>b. Trabajo en cámara de flujo laminar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En la cámara de flujo laminar, se procedió a la desinfección de las semillas mediante la inmersión de una jeringa que contenía las semillas en una solución de hipoclorito de sodio al 0,5%, asegurándose de que las semillas quedaran bien impregnadas. Luego, se agitaron las semillas en la solución durante un período de 15 minutos y se repitió este proceso al menos 10 veces.</li> <li>• Después de completar la desinfección de las semillas, se eliminaron los residuos de hipoclorito de sodio (lejía) que quedaban en la jeringa utilizando agua destilada estéril, siguiendo un procedimiento similar de desinfección.</li> <li>• Una vez que se finalizó el proceso de desinfección y lavado de las semillas de <i>Phragmipedium kovachii</i>, se extrajeron con la ayuda de una pinza estéril y desinfectada y se colocaron en una placa Petri también estéril. Se tuvo precaución de no perder ninguna semilla, ya que algunas estaban adheridas al algodón. Para retirar las semillas que estaban pegadas al algodón, se utilizó un bisturí estéril y previamente desinfectado, con el objetivo de prepararlas para su posterior siembra.</li> </ul> <p><b>c. Proceso de siembra:</b></p> <p>Luego de obtener las semillas en la placa Petri, se procedió a la siembra utilizando una pinza estéril y desinfectada para prevenir cualquier tipo de contaminación. Se tomó una pequeña cantidad de semillas con la pinza y se colocaron en los tubos de ensayo de 25 x 150 mm que contenían el medio de cultivo correspondiente. Los tubos de ensayo se sellaron con papel de aluminio y plástico, y se registraron los detalles de la siembra. Posteriormente, los tubos de ensayo se colocaron en la sala de incubación, donde se mantuvieron a una temperatura de 21-25°C y una humedad relativa del 60%. Un temporizador controlaba un ciclo de luz de 16 horas.</p>

Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Desarrollo de protocolo para la propagación in vitro del <i>Phragmipedium kovachii</i> Atwood Dalstrom & Fernández (Orchidaceae) a partir de semillas.”	<p><b>d. Establecimiento de las semillas:</b></p> <p>Después de un período de tiempo desde la siembra de las semillas en los tubos de ensayo, que contenían medio de cultivo sólido en aproximadamente 10 ml por tubo, se observó el desarrollo de las semillas. Estas condiciones se mantenían en un rango de temperatura de 21-24°C y una humedad relativa de 40-60%, que eran favorables para su crecimiento. Es importante destacar que las semillas de <i>Phragmipedium kovachii</i> son muy pequeñas, con un tamaño de entre 0,4-1,25 mm, y cuentan con un embrión diferenciado que se encuentra suspendido dentro de una estructura reticulada (testa), rodeado por un gran volumen de aire, lo que les permite flotar durante períodos prolongados. A las 8 semanas de la siembra de semillas de <i>Phragmipedium kovachii</i> en un medio de cultivo, se notó la ruptura de la testa que envuelve el embrión debido a condiciones óptimas de germinación, incluyendo temperatura, fotoperíodo y humedad adecuados.</p> <p><b>e. Multiplicación de protocormos</b></p> <p>En la segunda etapa de propagación in vitro, que corresponde a la multiplicación, se establecieron tres medios con diferentes concentraciones y componentes. El objetivo era observar los cambios que experimentan los protocormos y su desarrollo, con tres protocormos por tubo, para un estudio más detallado. Durante esta fase, los protocormos comenzaron a diferenciarse en plántulas y a desarrollar hojas, gracias a las condiciones ambientales controladas en el laboratorio y al medio de cultivo. Además, se realizaron trasplantes cada 30 días para evitar retrasos en su desarrollo, ya que el medio de cultivo se agota y necesita ser reemplazado por uno nuevo. Se podrá observar que los protocormos se están formando algunas en plántulas ya diferenciadas, esto debido a que el medio utilizado está favoreciendo su desarrollo y siempre controlando las condiciones ambientales en el laboratorio para su desarrollo y estar nuevamente en las condiciones de un nuevo medio de enraizamiento.</p>

Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos de la FCA/UNSM	<p>“Desarrollo de procedimiento para la propagación en condiciones de laboratorio del <i>Phragmipedlum kovachii</i> Atwood Dalstrom &amp; Fernández (Orchidaceae) a partir de semillas.”</p>	<p><b>f. Proceso de desarrollo de raíces en las plántulas.</b></p> <p>Después de un período en el cual los protocormos estaban transformándose en algunas plántulas dentro de un medio de propagación, se procedió a cambiar a un medio más rico en nutrientes, ingresando así a la fase de enraizamiento. Durante esta etapa, se establecieron tres tipos diferentes de medios de crecimiento, cada uno con tres plántulas por tubo. Estas plántulas se sembraron bajo condiciones ambientales consistentes para facilitar su proceso de enraizamiento. En esta fase, las plántulas crecerán más y desarrollarán raíces.</p>
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	<p>“Propagación Sexual y Clonal de Saha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.) bajo condiciones in vitro”</p>	<p>Este trabajo está dividido en 02 pruebas (I, II) correlacionadas, consistiendo el primero en la introducción a condición in vitro de nueve sesiones de sachá inchi a partir de embriones y el segundo en la micropropagación vegetativa, utilizando segmentos nodales tomados de vitroplántulas de sachá inchi de aquella accesión más sobresaliente introducida.</p> <p><b>Medio de cultivo:</b> Se componen de sales minerales a concentración total como base, suplementados con diferentes concentraciones de vitaminas y hormonas.</p> <p><b>Preparación de medios de cultivo:</b> Se preparó 1500 ml de medio de cultivo M&amp;S a concentración total, para la prueba I y II, 500 ml se suplemento con sucrosa (10 g), carbón activado (1 g) y gel rite (1.25 g).</p> <p><b>Recolección de material vegetal:</b> Se recolectó del banco de germoplasma de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.) de la estación experimental El Porvenir – INIA y se recolecto los frutos de aún no han alcanzado el total de su maduración con la finalidad de facilitar el trabajo de escarificación e incisión del almendro y la semilla al momento de la siembra.</p>

Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022

Ubicación	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Propagación Sexual y Clonal de Saha Inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> L.) bajo condiciones in vitro”	<p><b>Desinfección de Material vegetal</b></p> <p><b>a. Para la introducción de embriones:</b> Se lavó los frutos con agua y detergente para luego abrir las cápsulas con la ayuda de una tijera podadora, para luego con la ayuda de un alicate se procedió a partir el almendro en 2 partes tratando de no lastimar el endospermo, para luego sumergir 10 de estos en cada frasco de vidrio estéril.</p> <p><b>b. Para la introducción de segmentos nodales:</b> Los segmentos nodales se tomaron de la parte media del tallo introducida a partir de embriones.</p> <p><b>Siembra y establecimiento in vitro:</b> Todo el proceso de siembra se realizó dentro de la cámara de flujo laminar, con la ayuda de material quirúrgico. Para la obtención de embriones se procedió a realizar un corte superficial por toda la circunferencia de la semilla. Obtenidos los explantes se procedió a la siembra en medio de cultivo, sembrando un explante (embrión y/o segmento nodal) por tubo de ensayo, para luego ser llevados a la cámara de incubación donde se mantuvo con una temperatura controlada de 25°C por un periodo de luz de 18 horas.</p>
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Propagación in vitro de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.) vía organogénesis”	<p>El estudio se centró en investigar el proceso de Se desarrolló la formación directa de órganos en cedro utilizando segmentos nodales de plántulas que previamente habían germinado en un entorno de cultivo in vitro. Estos segmentos nodales se sometieron a diferentes concentraciones de 6-bencil amino purina (0,5; 1,00; 2,00 mg/l) y ácido 1-naftalenacético (0,00; 0, 1; 0,25 mg/l). Se llevaron a cabo nueve tratamientos hormonales, cada uno repetido cinco veces, y cada repetición constaba de tres unidades experimentales. Se aplicó un diseño de experimento completamente aleatorizado con un arreglo factorial 3x3. Se realizó un análisis de comparación de medias (Duncan, <math>p &lt; 0,01</math>) para evaluar los efectos principales y las interacciones en relación con la altura de las plantas, el número de nudos, el número de hojas, el número de raíces y la longitud de las raíces.</p>

Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022



Aporte	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Propagación masiva de orquídeas ( <i>Cattleya</i> y <i>Phalaenopsis</i> ) mediante un sistema de biorreactores de inmersión temporal en San Martín, Perú”	<p><b>Material vegetal:</b> Se recogieron cápsulas de <i>Cattleya</i> y <i>Phalaenopsis</i> maduras y dehiscentes en el vivero de aclimatación de la Universidad Nacional de San Martín. Estas cápsulas se recolectaron después de 5 meses para <i>Cattleya</i> y 6 meses para <i>Phalaenopsis</i>, a partir de plantas donadoras que habían sido polinizadas manualmente. Se utilizaron un total de tres plantas madres para cada género. Una vez recolectadas, las cápsulas se sellaron en sobres de papel y se trasladaron al Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (LCTV) para su almacenamiento. Con el fin de prevenir la deshidratación, las cápsulas recolectadas se colocaron en una caja estéril junto con gel de sílice como agente desecante para evitar la acumulación excesiva de humedad.</p> <p><b>Preparación del medio de cultivo:</b> El medio de cultivo utilizado se basó en la fórmula desarrollada por Murashige y Skoog en 1962. Para su preparación, se comenzó con una solución inicial de 1.00 litro a la que se le añadieron los siguientes componentes: 0.40 mg/l de tiamina, 0.50 mg/l de ácido nicotínico, 20.00 g/l de sacarosa, 13.50 g/l de agar-agar y 2.00 g/l de carbón activado. El pH se ajustó a 5.3. Luego, esta solución se distribuyó en frascos de 15 onzas, con 50 ml en cada frasco. Los frascos se taparon con papel de aluminio y se cubrieron con papel reciclado. Posteriormente, se esterilizaron en autoclave a una presión de 15 lb durante 15 minutos a una temperatura de 121 °C. Después de la autoclave, los frascos se enfriaron a temperatura ambiente y se almacenaron en refrigeración a 24 °C.</p>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022*

Aporte	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Propagación masiva de orquídeas ( <i>Cattleya</i> y <i>Phalaenopsis</i> ) mediante un sistema de biorreactores de inmersión temporal en San Martín, Perú”	<b>Desinfección de las cápsulas y siembra de las semillas:</b> Las cápsulas se sometieron a un procedimiento de esterilización mediante el uso de una solución al 1% de hipoclorito de sodio (20 ml de lejía comercial con un 5.25% de contenido de hipoclorito de sodio en 100 ml de agua destilada). El material vegetal se sumergió en la solución desinfectante durante 20 minutos, asegurándose de agitarla para que cubriera toda la superficie como resultado del proceso, tanto el material como las cápsulas estarán libres de cualquier tipo de contaminantes. Las semillas se aislaron cuidadosamente de las cápsulas esterilizadas utilizando un bisturí, y luego se cultivaron en un medio basal durante aproximadamente 30 días. Posteriormente, se trasladaron a un medio donde se añadió un 10% de agua de coco durante un período de 90 días, y se concluyó finalmente con un período total de 270 días en un medio adicional que contenía un 20% de agua de coco. Para el cultivo, se emplearon frascos de vidrio de 15 onzas con 60 ml de los medios de cultivo previamente mencionados. Los cultivos se incubaron en una sala de crecimiento con una temperatura de 21±3 °C, una humedad relativa del 65% y un fotoperiodo de 16 horas de luz proporcionado por luces fluorescentes, seguido de 8 horas de oscuridad, controlado con un temporizador.

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022*

Aporte	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Efecto de las hojas y del ácido indol-3-butírico en la propagación vegetativa por mini túneles del árbol del caucho (Hevea brasilienses)”	El estudio se realizó en el vivero experimental de la Universidad Nacional de San Martín—Tarapoto (UNSM-T) en Perú durante julio y agosto de 2019. La investigación se centró en 24 plántones de árboles de caucho obtenidos de semillas de una plantación en la provincia de Tocache. Los esquejes se recolectaron de plantas madre cultivadas en macetas con una mezcla de tierra de bosque, vermiculita y arena. El cultivo se llevó a cabo en un invernadero con un 50% de sombra, regándose dos veces al día. Las plantas madre tenían aproximadamente 3 meses al momento de la cosecha de los brotes.
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	“Propagación vegetativa de <i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev. Utilizando mini túneles en la región amazónica peruana”	<p><b>Sitio de estudio y preparación de material vegetal</b></p> <p>La investigación se llevó a cabo en el vivero del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Universidad Nacional de San Martín, situado en Tarapoto, en la Región de San Martín, Perú, durante los meses de julio y agosto de 2019. La zona de estudio se encuentra a una altitud de 330 metros sobre el nivel del mar y experimenta un clima con una temperatura anual promedio de 24.6°C, una precipitación mensual promedio de 63.1 mm y una humedad relativa promedio del 45% (según datos de la estación meteorológica El Porvenir, 2019). Se visitaron áreas boscosas en las localidades de Winge, Huañipo y Leoncio Prado en la provincia de Picota (a 276 msnm), así como en las localidades de San Rafael y Carhuapoma en la provincia de Bellavista (a 286 msnm), todas en la Región. San Martín. Estas áreas se visitaron para seleccionar árboles plus y recolectar brotes epicórmicos de 10-15 cm de longitud que habían sido cortados o quemados previamente por agricultores. Se recolectaron 20 brotes de cada ortete, con un total de 10 ortetes en cada localidad. La recolección se llevó a cabo entre las 6:00 am y las 8:00 am para evitar el estrés hídrico durante el transporte en condiciones de frío (empleando hielo y gel congelado en el fondo y capas de papel húmedo para proteger los brotes).</p>

Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022

Aporte	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	<p data-bbox="472 475 763 596">“<i>Propagación vegetativa de Manilkara bidentata (A.DC.) A.Chev. Utilizando mini túneles en la región amazónica peruana</i>”</p>	<p data-bbox="786 268 2042 715">Los brotes de madera dura, con un diámetro promedio de 6.5 mm, se prepararon con esquejes de brotes terminales de 6 a 8 cm de longitud, cortando cuidadosamente justo encima de un nudo, con opciones de dejar las hojas intactas (reducción del 0%), cortarlas a la mitad (reducción del 50%) o eliminarlas por completo (reducción del 100%). Los esquejes se mantuvieron en agua para prevenir el estrés fisiológico, se sumergieron en una solución diluida de hipoclorito de sodio (2%) durante 5 minutos y luego se desinfectaron en una solución fungicida (tiofanato de metilo al 2 g/L) durante 3 minutos. La aplicación de la auxina, el ácido indol-3-butírico (IBA), se realizó con precisión en la base de los esquejes utilizando una micropipeta de 10 µl para asegurar una distribución uniforme de la solución (10 µl) y un control exacto de la cantidad y la densidad precisa de IBA en cada esqueje. Finalmente, el alcohol se evaporó mediante una corriente de aire frío dirigida a la base de corte durante 30 segundos.</p> <p data-bbox="786 730 1451 758"><b>Sustrato de enraizamiento y entorno de mini túneles</b></p> <p data-bbox="786 778 2042 943">Se utilizó arena de tamaño medio como sustrato de enraizamiento, previamente lavada y tamizada. La arena se esterilizó en autoclave a 131°C durante 2 horas después de ser secada al sol y lavada con hipoclorito de sodio. Tras aplicar 10 µl de IBA en la base de los esquejes, estos se colocaron en bandejas con la arena esterilizada a una profundidad de aproximadamente 2 cm.</p>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022 Vallejos-Torres et al. (2021)*

Aporte	Nombre del Aporte Científico	Metodología
Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM	<p data-bbox="472 469 763 501">“Propagación vegetativa de <i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A. Chev. Utilizando mini túneles en la región amazónica peruana”</p>	<p data-bbox="786 284 1451 316"><b>Sustrato de enraizamiento y entorno de mini túneles</b></p> <p data-bbox="786 331 2040 635">El enraizamiento se llevó a cabo en un invernadero de 48 m<sup>2</sup> que constaba de 6 mini túneles, equipados con 3 nebulizadores cada uno para evitar la desecación y el estrés hídrico. Los mini túneles contaban con un sistema automatizado de riego y enfriamiento que mantenía la humedad relativa por encima del 75% y una temperatura entre 28°C y 35°C. Se programó un riego de 1 minuto cada 2 horas durante el día, suministrando un total de 21 litros de agua por mini túnel al día. Estos minitúneles fueron construidos con estructura de metal galvanizado y revestidos con plástico transparente de color blanco que permitía la difusión de la luz solar.</p> <p data-bbox="786 651 2040 868">Después de 55 días, con un promedio de cuatro raíces de 3,5 cm por esqueje, se retiraron las bandejas de crecimiento de los minitúneles para extraer los esquejes enraizados de <i>M. bidentata</i>. El experimento incluyó 3 minitúneles, con 3 bandejas en cada uno y 16 esquejes por bandeja, para un total de 144 esquejes. Estos esquejes enraizados se aclimataron en un vivero bajo sombra que permitía un 20% de luz solar. Se aplicó riego por microaspersión cuatro veces al día utilizando ocho aspersores de 200 ml.</p>

*Nota: Adaptado de la FCA/UNSM – Universidad Nacional de San Martín 2022, Vallejos-Torres et al. (2021)*

Para las metodologías realizadas en la propagación de tejidos y semillas vegetales. En el Laboratorio de la (FCA/UNSM), en la tabla 3 se refleja los resultados, el primer estudio se enfocó en la reproducción mediante métodos sexuales y clonales de la especie *Croton sp.*, comúnmente conocida como Sangre de Grado, se llevó a cabo utilizando tanto técnicas de cultivo in vitro como de invernadero en la región de Tarapoto, Perú. Se utilizó un medio de cultivo fundamental basado en la fórmula de Murashige & Skoog, al que se le añadieron suerosa, gel rite y carbón activado. Los frutos fueron recolectados localmente y preparados para separar las semillas, seleccionando las de color plomo oscuro y descartando las semillas pardas no viables. Estas semillas seleccionadas fueron sometidas a un proceso de desinfección y luego sembradas tanto in vitro como en el invernadero. Además, Se recopilaron hojas, pecíolos y extremos de brotes de plántulas que habían germinado en condiciones in vitro durante un período de 70 días. Estos elementos de la planta se sometieron a un proceso de esterilización y posteriormente se colocaron en un medio de cultivo para su desarrollo. En el vivero, se empleó tierra del mismo entorno que los árboles de *Croton*, el cual fue desinfectado con vapor de agua. Las semillas también fueron preparadas siguiendo los mismos métodos descritos anteriormente y se sembraron en diferentes tratamientos, con múltiples repeticiones.

Otro trabajo fue el estudio El enfoque del estudio fue la reproducción de Sangre de Grado (*Croton sp.*) a través de métodos tanto sexuales como clonales en Tarapoto, Perú, se realizaron siembras tanto en un vivero como in vitro. En el vivero, se utilizaron bandejas germinadoras llenas de suelo estéril del bosque, donde se sembraron cinco semillas por celda en cinco tratamientos diferentes con diez repeticiones cada uno. En el caso del proceso de siembra in vitro, se empleó una cámara de flujo laminar de aire con el fin de prevenir la contaminación. Se llevaron a cabo cuatro tratamientos con diez repeticiones, utilizando cinco semillas por frasco, para un total de 200 semillas. Por otro lado, el estudio de la investigación sobre la propagación in vitro de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se llevó a cabo utilizando material vegetal de alta calidad fitosanitaria y agronómica, recolectado en el establecimiento experimental del fundo 'Miraflores'. Los tallos elegidos fueron divididos en segmentos nodales, que posteriormente fueron sometidos a un proceso de desinfección y luego sembrados para obtener brotes tiernos. Además, se prepararon diversos medios de cultivo específicamente para el proceso de propagación in vitro de la caña de azúcar, utilizando una solución basal de MS junto con hormonas, vitaminas y otros insumos. Cada medio de cultivo fue preparado de acuerdo a la formulación específica de cada tratamiento utilizado en el estudio.

Otra investigación, fue sobre experimento de propagación in vitro de piña utilizando yemas auxiliares, se evaluaron dos parámetros: Se monitoreó la tasa de contaminación y la fenolización. La tasa de contaminación se supervisó semanalmente durante las dos primeras semanas posteriores a la siembra in vitro en todos los grupos de tratamiento. Mientras tanto, la fenolización se evaluó semanalmente hasta alcanzar los 56 días después de la siembra in vitro en todos los grupos de tratamiento.

En el estudio de propagación in vitro de caña de azúcar a partir de meristemas, se midieron varios parámetros de crecimiento durante un periodo de 56 días. Estos incluyeron la velocidad de crecimiento, el número de brotes, el número de hojas, el número de raíces y la longitud de las raíces. Se registró la altura promedio de las plántulas en cada observación, se monitoreó la tasa de contaminación y la fenolización. La tasa de contaminación se supervisó semanalmente durante las dos primeras semanas posteriores a la siembra in vitro en todos los grupos de tratamiento. Mientras tanto, la fenolización se evaluó semanalmente hasta alcanzar los 56 días después de la siembra in vitro en todos los grupos de tratamiento.

Otra disertación fue, sobre el estudio de "Propagación in vitro de piña utilizando yemas auxiliares" implicó la extracción y siembra de yemas laterales, seguida de su proliferación, enraizamiento y aclimatación. Las yemas laterales se extrajeron y se introdujeron en frascos de medio de cultivo de inducción. Posteriormente, se cultivaron en un medio de cultivo para promover la proliferación de brotes. Los brotes resultantes se transfirieron a un medio de cultivo para facilitar el enraizamiento. Una vez que las plántulas alcanzaron un buen desarrollo radicular, se aclimataron en sustrato natural. Por otro lado, en el estudio "Desarrollo de protocolo para la propagación in vitro del *Phragmipedium kovachii* a partir de semillas", se realizó La elección y traslado del material inicial, seguido de la preparación y desinfección de las cápsulas dehiscentes. Las semillas se desinfectaron utilizando hipoclorito de sodio y se sembraron utilizando el método de la jeringa. Además, las semillas también se desinfectaron en una cámara de flujo laminar antes de su extracción y siembra de material vegetal, la desinfección de semillas y explantes, la transferencia a medios de cultivo adecuados promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Otra exploración científica, donde se dividió en dos pruebas relacionadas: la introducción in vitro de nueve sesiones de Sacha Inchi a partir de embriones y la micropropagación vegetativa utilizando segmentos nodales de vitro plántulas de Sacha Inchi de la mejor sesión de la primera prueba.

Para ambas pruebas, se prepararon medios de cultivo utilizando la fórmula Murashige y Skoog (M&S) como base, junto con suplementos como sucrosa, carbón activado y gel rite. En la primera prueba, se recolectaron frutos de Sacha Inchi en un estado no completamente maduro, lo que facilitó la escarificación e incisión del almendro y la semilla durante el proceso de siembra. Se seleccionaron se tomaron las semillas de tonalidad gris oscuro y se excluyeron las semillas de color pardo que no eran viables. Las semillas elegidas se sumergieron en agua durante un período de 36 horas con el fin de separar las semillas viables de las que no lo eran. Luego, antes de ser sembradas, se sometieron a un proceso de desinfección utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 2%, tanto para el cultivo in vitro como en el vivero.

En la segunda prueba, se utilizaron segmentos nodales de vitro plántulas de Sacha Inchi obtenidas en la primera prueba. Estos segmentos nodales se trataron con variadas concentraciones de 6-bencil amino purina y ácido 1-naftalenacetico. Se establecieron nueve tratamientos con cinco repeticiones cada uno, y se utilizó un diseño completamente aleatorizado con un arreglo factorial 3x3. Se evaluaron parámetros de crecimiento como la altura de las plantas, el número de nudos, el número de hojas, el número de raíces y la longitud de las raíces. En resumen, el proyecto se enfoca en la propagación in vitro de Sacha Inchi, utilizando tanto la introducción de embriones como la micropropagación vegetativa. Se aplican diferentes técnicas y se evalúan parámetros de crecimiento para obtener resultados sobre el desarrollo y multiplicación de esta planta.

Otro análisis fue el estudio se enfocó en dos procesos de desinfección del material vegetal: uno para la introducción de embriones y otro para la introducción de segmentos nodales. Se lavaron los frutos con agua y detergente antes de abrir las cápsulas y se partieron los almendros en dos partes. Los explantes se sembraron en medios de cultivo utilizando una cámara de flujo laminar y se incubaron a una temperatura controlada. Además, el estudio se centró en el proceso de inducción de la organogénesis directa en cedro, se emplearon segmentos nodales obtenidos de plántulas que habían germinado en un entorno in vitro. Se llevaron a cabo tratamientos hormonales utilizando diversas concentraciones de 6-bencil amino purina y ácido 1-naftalenacetico, y se evaluaron varios parámetros de crecimiento. Se utilizó un diseño experimental completo para analizar los efectos e interacciones en términos de altura de las plantas, número de nudos, número de hojas, número de raíces y longitud de las raíces.



Otra disertación fue realizada En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la (FCA/UNSM), en donde se condujo un estudio sobre la propagación vegetativa del árbol de caucho en la Universidad Nacional de San Martín—Tarapoto (UNSM-T) en 2019.

La universidad, a 278 msnm, tiene una temperatura media de 24,6 °C y una humedad del 45%. Se tomaron esquejes de 24 plántones de caucho provenientes de Tocache, seleccionados por su aptitud para producir látex. Estos, cultivados bajo condiciones específicas, con el objetivo de obtener esquejes a los 3 meses de edad para su reproducción.

Otro informe de investigación, realizado en el Laboratorio LCTV de la FCA/UNSM en donde se estudió la propagación del árbol de caucho usando ácido indol-3-butírico en mini túneles. Utilizando esquejes de 24 plántones. Originados de árboles seleccionados en Tocache por su producción de látex, las cuales fueron cultivados en condiciones controladas y las que se cosecharon a los tres meses para posteriormente reproducirlas en campo.

Otro estudio en donde investigaron, una técnica para propagar orquídeas, especialmente *Cattleya* y *Phalaenopsis*. Comenzaron desinfectando las cápsulas en NaOCl al 1% durante 20 minutos. Las semillas se sembraron en un medio basal por un mes, se trasladaron a un medio con diez por ciento de agua de coco por tres meses y finalmente a un 20% de agua de coco por seis meses más. Todo el proceso se llevó a cabo en frascos de 15 onzas en condiciones controladas: 21°C de temperatura, 65% de humedad y un régimen de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad, utilizando luces fluorescentes y temporizadores para mantener condiciones óptimas.

El estudio realizado en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales (LCTV) de la FCA/UNSM se centró en investigar cómo afectan las hojas y el ácido indol-3-butírico a la propagación vegetativa del árbol del caucho (*Hevea brasiliensis*). Esta investigación se llevó a cabo en el vivero experimental de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto (UNSM-T), ubicado en la región de San Martín, Perú, durante julio y agosto de 2019. El entorno climático de la región, con una temperatura promedio de 24,6 °C, precipitación mensual de 63,1 mm y humedad relativa promedio del 45%, se consideró crucial debido a su influencia en el crecimiento de los árboles de caucho. Los esquejes se recolectaron de árboles de caucho seleccionados en un jardín de germoplasma de la UNSM-T, que se originaron a partir de semillas obtenidas de árboles de una plantación de caucho en la provincia de Tocache, en la misma región.

Asimismo, otro estudio de investigación fue la propagación de *Manilkara bidentata* usando mini túneles. Seleccionaron brotes de 6,5 mm de diámetro, convirtiéndolos en esquejes de 6 a 8 cm, y variaron la preservación de las hojas en tres modalidades. Los esquejes fueron desinfectados en soluciones de hipoclorito de sodio y fungicida. Luego, se aplicó con precisión el ácido indol-3-butírico (IBA) en la base de cada esqueje. Estos preparados se colocaron en bandejas con arena esterilizada, sirviendo como sustrato de enraizamiento. La metodología desarrollada busca optimizar el enraizamiento de esta especie en condiciones controladas.

Posteriormente se realizó otra investigación el cual trataba sobre la propagación vegetativa de *Manilkara bidentata* usando mini túneles. Estos túneles, de 48 m<sup>2</sup>, estaban equipados con nebulizadores y sistemas automáticos para mantener condiciones óptimas de humedad y temperatura. Utilizando plástico transparente blanco para la difusión de luz, se logró un ambiente propicio para el enraizamiento, riegos regulares y control de temperatura. Después de 55 días, los esquejes mostraron un enraizamiento promedio de cuatro raíces de 3,5 cm. En total, se trabajó con 144 esquejes que, una vez enraizados, se trasladaron a un vivero para su aclimatación, siendo regados mediante microaspersión. Esta metodología resalta un enfoque detallado y eficiente para propagar esta especie en condiciones controladas.

Estos datos son respaldados por, Laguna Ibarra et al. (2019), estos autores realizaron una investigación integral para el cultivo de tejidos vegetales. Examinan la teoría y la práctica del cultivo de tejidos, explicando cómo se cultivan plantas a partir de células individuales, tejidos o partes de la planta en condiciones de laboratorio controladas. Abordan cuestiones clave como la importancia de un ambiente estéril, los requerimientos de nutrientes y las técnicas para prevenir la contaminación y la degradación del tejido. Concluyeron que la importancia es crucial mantener un ambiente estéril en todo el proceso de cultivo, subrayando la sensibilidad de los tejidos vegetales a la contaminación. Además, profundizaron en los requerimientos nutricionales específicos para el crecimiento exitoso de los tejidos y compartieron técnicas fundamentales para prevenir la contaminación y la degradación del material en cultivo.

Asimismo, Pérez-Molphe et al. (2015), en su trabajo denominado, "*Micropropagation of Ornamental Plants*", los autores discuten la importancia de la micropropagación en la producción comercial de plantas ornamentales. Describen técnicas específicas para diferentes tipos de plantas, en donde proporcionan información sobre las prácticas sobre la micropropagación y la gestión de cultivos in vitro.

Concluyendo que la optimización de la producción en masa de plantas ayuda a proteger especies que se encuentran en peligro de extinción. El cual contribuye a la optimización de la producción en masa de estas plantas, lo que es fundamental para satisfacer la demanda del mercado. Además, la investigación también tiene un impacto positivo en la conservación de especies en peligro de extinción al permitir la propagación y preservación de estas plantas en un entorno controlado.

Del mismo modo, Pelliza et al. (2023), quienes en su trabajo de investigación, "Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination", estos autores detallan los procesos de dormancia y germinación de las semillas. Analizaron cómo las semillas pueden permanecer en estado de dormancia durante períodos de tiempo extremadamente largos y qué señales del entorno pueden provocar su germinación. Sus investigaciones han proporcionado valiosos conocimientos para la producción de cultivos, la restauración de ecosistemas y la conservación de especies. Concluyeron que las aplicaciones tecnológicas en la producción de cultivos proporcionan conocimientos sobre la gestión de la germinación de semillas, el cual son esenciales para la restauración de ecosistemas y la conservación de especies. De esa manera contribuir a la restauración de áreas degradadas y al mantenimiento de la diversidad genética de plantas, incluyendo especies en riesgo de extinción.

En el mismo sentido, Enriquez (2019), quien investigó los procesos bioquímicos y fisiológicos que ocurren durante el desarrollo de las semillas y la germinación. También examinaron cómo los factores ambientales, como la luz y la temperatura, afectan estos procesos. Su trabajo proporciona una base sólida para entender cómo se pueden optimizar las condiciones de cultivo para maximizar la germinación de las semillas. Concluyen que se maximiza la germinación de las semillas acelerando los procesos fisiológicos. Estas aplicaciones son importantes en la agricultura, la horticultura y la restauración ambiental al permitir que los agricultores y los profesionales manejen de manera más eficaz los procesos de germinación de las semillas, lo que a su vez contribuye al éxito de los cultivos, la preservación de la biodiversidad y la restauración de ecosistemas degradados.

También Silva (2015), quien en su trabajo de investigación, menciona una amplia gama de principios y prácticas de propagación de plantas. Hablan sobre varios métodos de propagación, como semillas, esquejes, injertos y otros. También discuten cómo las condiciones ambientales pueden afectar la propagación. Además, menciona que la propagación exitosa de plantas requiere un entendimiento profundo de la biología de las plantas, las condiciones ambientales, y la técnica específica de propagación utilizada.

No hay un enfoque único para todas las plantas o todas las situaciones. Concluyo que la influencia de las condiciones ambientales es fundamental en el éxito de la propagación de plantas el cual requiere un profundo entendimiento de la biología de las plantas, las condiciones del entorno y la técnica de propagación específica utilizada. No existe un enfoque universal, ya que cada planta y situación requieren un enfoque adaptado a sus necesidades individuales. Además, enfatiza la importancia de la personalización y el conocimiento en este proceso.

De igual manera García (2020), en su estudio sobre la producción de haploides y diploides dobles. La cultura de anteras se utiliza para producir plantas haploides que luego se convierten en plantas diploides dobles. Estas plantas son genéticamente uniformes y pueden ser útiles para la mejora de plantas y la investigación genética. Germanà proporciona una revisión exhaustiva de la literatura sobre esta técnica, cubriendo aspectos como los factores que afectan el éxito de la cultura de anteras, y cómo se utiliza la técnica en diferentes especies de plantas. Concluyo que para la producción de plantas haploides y diploides dobles mediante la técnica de cultura de anteras. Es una de las más valiosas en la obtención de plantas genéticamente uniformes, teniendo aplicaciones significativas en la mejora de plantas y la investigación genética.

Así mismo Ximena et al. (2013), concluyeron en su estudio de la diversidad genética en la colección boliviana de papas cultivadas, siendo *Solanum tuberosum* Subsp. *andigena*, la más diversa. La caracterización molecular revela patrones específicos de diversidad y señala la necesidad de una gestión más eficiente. La identificación de duplicados y de microsatélites altamente polimórficos proporciona herramientas útiles. A pesar de los avances, se subraya la importancia de un continuo esfuerzo de investigación y colaboración internacional para maximizar el uso sostenible de estos recursos genéticos en Bolivia y a nivel mundial.

También Osuna-Fernández et al. (2017), concluyeron que la propagación sexual a través de semillas es un método fundamental y común en la reproducción de plantas, permitiendo la variabilidad genética esencial para la adaptación a diversas condiciones ambientales. La polinización, facilitada por animales polinizadores, desencadena este proceso vital que culmina en la formación de semillas, frutos y una nueva generación de plantas. La colaboración simbiótica entre plantas y polinizadores demuestra la importancia de este proceso para la diversidad y supervivencia de las especies.

Además, mencionan que existen otras formas de propagación, cada una con sus propias ventajas y desventajas, la propagación sexual destaca por su capacidad para generar diversidad genética, fundamental para la evolución y la resiliencia de las plantas.

De igual manera Valencia-Avalos et al. (2020), concluyeron que la propagación asexual mediante tejidos vegetales es una estrategia eficiente para reproducir plantas sin recurrir a semillas, permitiendo la obtención de copias genéticamente idénticas a la planta madre. A través de técnicas como esquejes, estacas, injertos y acodos, se logra mantener las características deseables de una planta de manera rápida y controlada. Aunque esta metodología carece de la variabilidad genética inherente a la propagación sexual, resulta invaluable en la horticultura y agricultura para la producción masiva de plantas con atributos específicos. La propagación asexual se destaca como una herramienta esencial para la clonación de plantas y la conservación de características genéticas particulares.

Asimismo Arvelo-Sánchez et al. (2017), concluyeron que la propagación sexual mediante semillas es esencial para obtener nuevas plantas en viveros, agricultura y jardinería. Este proceso implica el desarrollo de semillas a partir de óvulos fecundados, con condiciones óptimas de sustrato, luz y humedad para la germinación. La preservación de las características genéticas de la planta madre es clave para la reproducción de especies específicas. La propagación sexual permite la obtención eficiente y sostenible de nuevas plantas, contribuyendo a la biodiversidad. Es versátil y valiosa para agricultores y jardineros en la expansión y diversificación de cultivos. Su aplicación destaca en la producción sostenible de plantas y la perpetuación de especies. La consistencia genética en viveros asegura la uniformidad y calidad de las plantas cultivadas.

De igual forma Romero (2018), concluyo que la propagación asexual mediante cultivo de tejidos vegetales es una valiosa técnica que capitaliza la capacidad innata de las plantas para regenerar y reproducirse a partir de fragmentos de tejido. Las técnicas como el cultivo de meristemos, la micropropagación y la embriogénesis somática ofrecen métodos eficientes y controlados para generar nuevas plantas con características genéticas idénticas a las de la planta madre. Estas prácticas no solo encuentran aplicaciones en la producción eficiente de plantas en viveros, sino que también desempeñan un papel crucial en la conservación de especies amenazadas y en la mejora genética de cultivos. La capacidad de obtener copias genéticamente idénticas asegura la preservación de las características deseables de las plantas originales, contribuyendo así a la sostenibilidad y diversidad de la flora.

## CONCLUSIONES

1. Los aportes científicos realizados por el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales (LCTV) de la FCA/UNSM en la propagación de tejidos y semillas vegetales, se realizaron 9 aportes, con técnicas apropiadas de propagación, lograron establecer protocolos adecuados para medios de cultivos y métodos de las especies como, sangre de grado, caña de azúcar, piña, *Phragmipedium kovachii* Atwood, Dafström &, sachá inchi, orquídeas, árbol de caucho, quinilla. Los resultados obtenidos en estas investigaciones demuestran la eficacia de propagación, tanto sexual como asexual, para diversas especies vegetales de interés económico y ecológico.
2. Las metodologías realizadas en la propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales (LCTV) de la FCA/UNSM demuestran el potencial y la utilidad de la propagación in vitro en la multiplicación y conservación de diferentes especies vegetales. A través de la aplicación de técnicas de desinfección, siembra y cultivo en medios específicos, se logra un adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos estudios abarcan diferentes especies de interés económico y ecológico, como sangre de grado, caña de azúcar, piña, *Phragmipedium kovachii* Atwood, Dafström &, sachá inchi, orquídeas, árbol de caucho y quinilla.

## RECOMENDACIONES

1. A la Universidad Nacional de San Martín, continuar impulsando estas investigaciones de la propagación in vitro de especies vegetales ya que son de gran importancia económica, así realizar mayor aporte científico y difundir a productores y asociaciones para la mejora y calidad de los cultivos.
2. Al gobierno regional de San Martín (GORESAM) realizar convenios con la Universidad Nacional de San Martín para realizar mayor cantidad de investigaciones sobre la metodología de propagación in vitro y así realizar más aportes científicos para la mejora de la agricultura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arano-Varela, H. (2023). Cultivo de tejidos y células vegetales como estrategia biotecnológica para la producción de compuestos bioactivos. *Revista De divulgación científica IBIO*, 5(1), TM112.. Obtenido de <http://revistaibio.com/ojs/33/index.php/main/article/view/112/117>.
- Arvelo-Sánchez, M., González-León, D., Maroto-Arce, S., Delgado-López, T., y Montoya-Rodríguez, P. (2017). *Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas*. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/6181>
- Báez, C. (2018). *Una mirada al Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales*. Obtenido de [cienciamx.com:http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/biotecnologia/205-20-laboratorio-cultivo-tejidos-vegetales](http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/biotecnologia/205-20-laboratorio-cultivo-tejidos-vegetales).
- Bembibre, C. (2011). *Preservar* . Obtenido de <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/preservar.php>.
- Bembibre., V. (Agosto de 2022). *Definición de Cultivo*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/cultivo.php>
- Cotler, H., y Sánchez, L. E. (2012). Áreas naturales protegidas y comunidades locales: ¿un binomio viable? Estudio de caso en México. *Revista Mexicana de Sociología*, 74(4), 597-627.
- Dalzotto,D., Espíndola, M., Zubillaga, F., Piñuel, L., P., y Boeri, P. (2022). Propagación y conservación de “monte negro” (*Bougainvillea spinosa*(cav.) heimerl.) a través del cultivo de tejidos vegetales. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 121(2), 1-14. Obtenido de <https://doi.org/10.24215/16699513e096>.
- Enríquez-Valencia, A. (2019). *Análisis fisiológico, bioquímico y molecular del desarrollo y maduración del embrión somático de Musa*. Obtenido de [https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1454/1/pcb\\_d\\_tesis\\_2019\\_adrian\\_jose\\_enriquez\\_valencia.pdf](https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1454/1/pcb_d_tesis_2019_adrian_jose_enriquez_valencia.pdf).
- García-Maldonado, J. (2020). *Androgénesis y producción de doble haploides en pimiento*. [Tesis de Postgrado, Universidad de Almería]. Obtenido de <https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/10264/garcia%20maldonado,%20julian.pdf?sequence=1&isallowed=y>.



- González, M. P., y López, R. A. (2020). *Propagation Methods: A Comprehensive Guide*.
- Guzmán, L. (2016). *Evaluación de la eficacia de tres medios de cultivo en la germinación in vitro de Phragmipedium kovachii A, D y F (zapatito) - provincia de San Martín - 2016*. [Tesis de Pregrado Universidad Alas Peruanas]. Obtenido de <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/7355>
- Hernández-Sánchez, S. (2022). Cultivo de tejidos vegetales para propagar y conservar especies mexicanas amenazadas. *Revista Herreriana*, 3(2), 28-32. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/herreriana/article/view/8096/8749>
- Hernández, C. M., y Fuentes, R. S. (2017). *Evaluación de diferentes medios de cultivo y técnicas de desinfección en la propagación in vitro de orquídeas (Phalaenopsis spp.)*.
- Jones, L. M. (2018). *Desarrollo de un protocolo de micropropagación para la propagación masiva de plántulas de papa (Solanum tuberosum) a partir de segmentos nodales*.
- Kavya, K. J., Desai, N. S., y Ghosh, M. K. (2021). Green synthesis of silver nanoparticles using Punica granatum extract and their characterization. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105292>.
- Miller, K. L. (2018). *Estudio de la propagación in vitro de café (Coffea arabica) mediante la utilización de meristemos apicales*.
- Morales-Rubio, M., Espinosa-Leal, C., y Garza-Padrón, R. (2016). Cultivo de tejidos vegetales y su aplicación en productos naturales. *Investigación en plantas de importancia médica*, 351-410. <https://www.omniascience.com/books/index.php/monographs/catalog/download/97/410/824-1?inline=1>
- Navarro., J. (2016). *tejido vegetal*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/ciencia/celula-vegetal.php>.
- Osuna-Fernández, H., Osuna-Fernández, A., y Fierro-Álvarez, A. (2017). *Manual de propagación de plantas superiores. Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de [https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libro electronico/manual\\_plantas.pdf](https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libro electronico/manual_plantas.pdf)

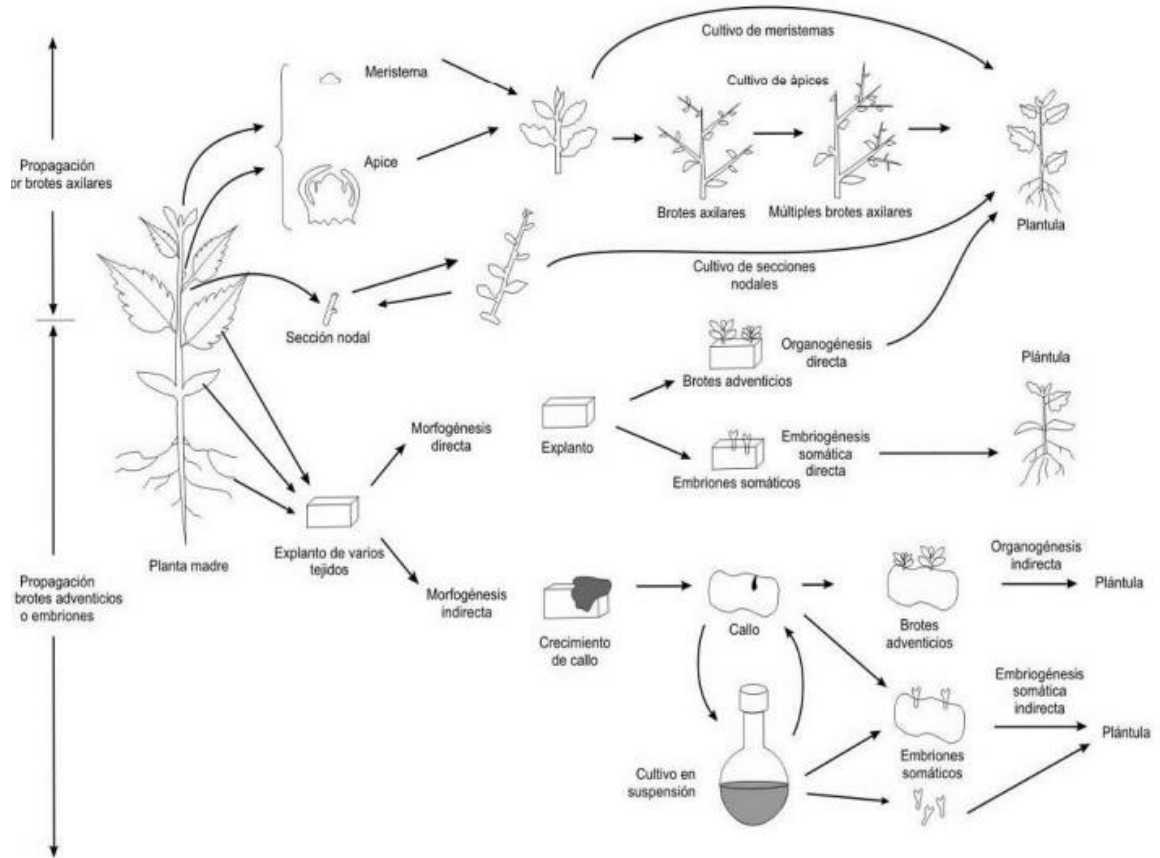
- Pérez-Porto, J., M. (8 de Julio de 2022). *Propagar*. Obtenido de <https://definicion.de/propagacion/>
- Pelliza, I., Souto, C., y Tadey, M. (2023). Estrategias de germinación en distintos tipos sucesionales de especies del Monte Patagónico. *Revista Ecología Austral*, 33(3), 757–772. doi:<https://doi.org/10.25260/EA.23.33.3.0.1996>
- Ramírez-Godina, F. A.-S.-M.-S. (2020). Efecto de la aplicación de diferentes sales sobre el crecimiento, desarrollo y acumulación de compuestos fenólicos en plantas de orégano (*Origanum vulgare* L.). *Revista Bioagro*, 32(3), 165-174. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/bioagro.v32i3.2386>
- Romero-Alves, M. E. (2018). *Aplicación del cultivo de tejidos in vitro (CTV) para la propagación de especies leñosas*. Tesis. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/69720>
- Ruscitti, M. (2021). *Micropropagacion: cultivo de vegetales in vitro*. Obtenido de [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/98291/mod\\_resource/content/1/micropropagacion%202021.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/98291/mod_resource/content/1/micropropagacion%202021.pdf)
- Ruíz-Anchondo, T., Adriano-Martínez, J., Carrillo-Castillo, T., Parra-Quezada, R., Ojeda-Barrios, D., y Hernández-Rodríguez, A. (2018). Establecimiento in vitro de dos cultivares liberados de frutillas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(4), 799-812. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i4.1397>
- Romero-Alves, M.E (2018). *Aplicación del cultivo de tejidos in vitro (CTV) para la propagación de especies leñosas*. [Informe de Pregrado, Universidad Nacional de la Plata]. Obtenido de <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/69720>
- SAGARPA. (2017). *Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (CTV): Implementación y puesta en marcha*. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/264918/Reporte\\_de\\_Proyecto\\_1\\_Laboratorio.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/264918/Reporte_de_Proyecto_1_Laboratorio.pdf).
- Silva, J. D., y Soto, A. B. (2019). *Propagation techniques for enhancing plant growth*. *Journal of Horticultural Science*.
- Silva-Tello, G. G. (2015). Efecto de diferentes dosis de ácido indol butírico en el enraizamiento de estacas de *Lonchocarpus utilis* (BARBASCO) en vivero. [Informe de pregrado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia]. Obtenido de <https://api-repositorio.unia.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4a760fb4-e8d3-4e70-95bb-3d0e2700b768/content>

- Suárez-Padrón, I. E. (2020). *Cultivo de tejidos vegetales*. Universidad de Córdoba. Obtenido de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/entities/publication/800256e3-9997-4159-aae4-a0a2c5522852>
- Tay, D., Barboza, G., y Vásquez, R. (2015). Avances en la propagación in vitro de plantas ornamentales en el Perú. *Revista Científica Agroindustrial*, 11(1), 57-63.
- Ucha., F. (2013). *propagar*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/comunicación/difusion.php>.
- Urías-Salazar, A.,A., U. S., Ayil-Gutiérrez, B.A., Delgado-Martínez,Rafael, Silva-Espinosa J. H. T., Segura-Martínez, M. T., y Poot-Poot, W. A. (2022). Cultivo de tejidos vegetales y mutagénesis inducida: Una estrategia para el desarrollo de plantas tolerantes a salinidad. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 30(85), 1-14. Obtenido de <https://revistas.uaa.mx/index.php/investycien/article/view/3315/3478>.
- Valencia-Avalos, S., Coombes, A., Rodríguez-Acosta, M., Parra-Suarez, A., Morales-Sandoval, P., Bassuk, N., Llanderal -Mendoza, J. (2020). *Manual para la propagacion de Quercus*. Obtenido de <https://www.bgci.org/wp/wp-content/uploads/2021/01/manual-para-la-propagacion-de-quercus.pdf>
- Vallejos -Torres, G. (2020). *Propagación masiva de orquídeas (Cattleya y Phalaenopsis) mediante un sistema de biorreactores de inmersión temporal en San Martín, Perú*. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3731>
- Vallejos -Torres, G., Ríos- Ramírez, O., Corazon -Guivin, M., y Reátegui, E. (2021). Effects of leaflets and indole-3-butyric acid in the vegetative propagation by mini-tunnels of rubber tree (*Hevea brasiliensis*). *Revista de investigación del caucho* 24:533–540 .<https://doi.org/10.1007/s42464-021-00097-5>.
- Vallejos-Torres, G., Ríos-Ramírez, O., Saavedra-Alva, H., Gaona-Jimenez, N., Mesén-Sequeira, F., y Marín, C. (2021). *Vegetative propagation of Manilkara bidentata (A.DC.) A.Chev. using*. Obtenido de <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/4893>
- Vera-Maldonado, P. (2019). Efectos fisiológicos y moleculares de *Ochroma pyramidale* (BALSA) sometidas a estrés hídrico. [Tesis de Postgrado Universidad Técnica Estatal de Quevedo] Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/430006005>

Ximena, C., Silene, V., y Julio, G. (2013). Uso de marcadores moleculares microsatélite para el análisis de la diversidad genética de papa nativa de Bolivia. Using simple sequence repeats molecular markers to analyze the genetic diversity of potato landraces from Bolivia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3613/361333627003.pdf>.

## ANEXOS

**Figura 1** Vías de regeneración de plantas por cultivos vegetales vivos



Nota: Romero (2018)

**Figura 2** Semillas retiradas para ser sembradas



Nota: Guzmán (2016)

**Figura 3** *Proceso de siembra de semillas sobre el medio de cultivo*



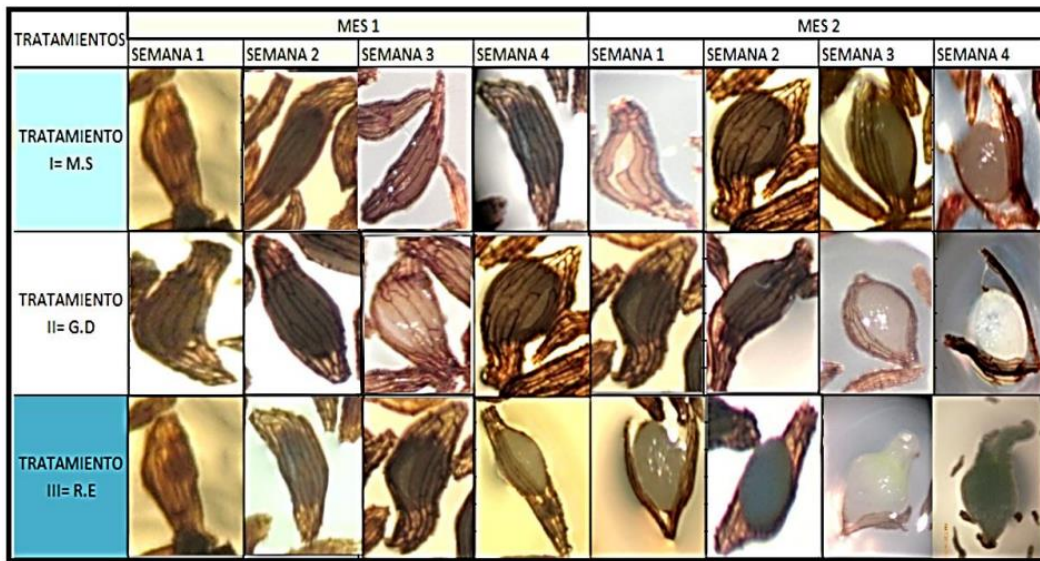
*Nota: Guzmán (2016)*

**Figura 4** *Sellando y rotulando el tubo de ensayo*



*Nota: Guzmán (2016)*

**Figura 5** Secuencia de desarrollo de semillas *Phragmipedium kovachii* mostrando los diferentes estadios durante dos meses de evaluación



Nota: Guzmán (2016)

**Figura 6** Propagación *in vitro* de Orquideas

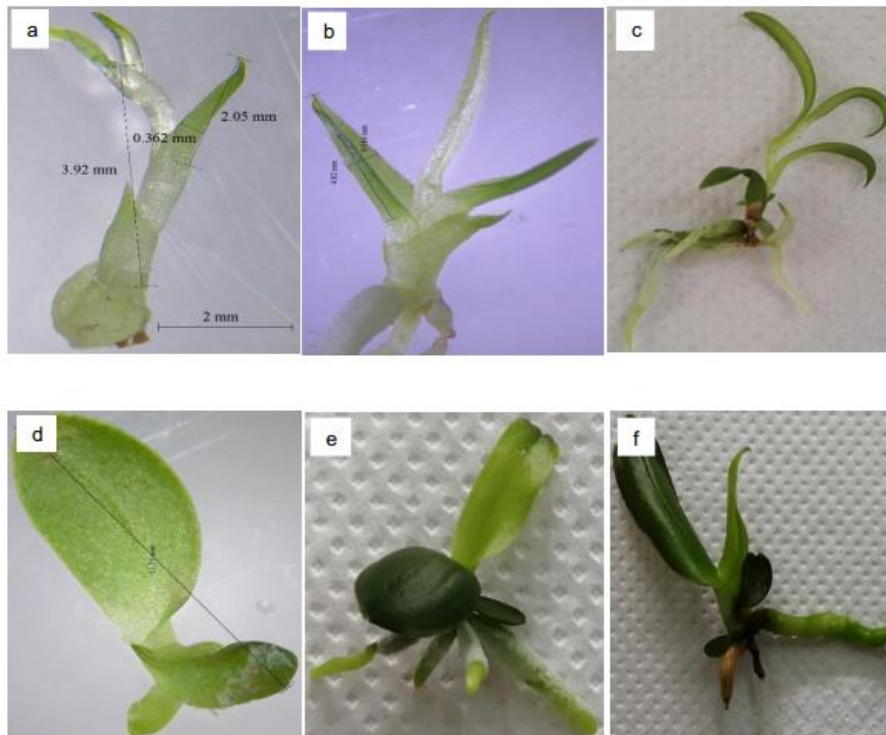


Fig. 1 Propagación *in vitro* de orquideas: a) *Cattleya* a los 90 días; b) *Cattleya* a los 180 días; c) *Cattleya* a los 270 días; d) *Phalaenopsis* a los 90 días; e) *Phalaenopsis* a los 180 días; y f) *Phalaenopsis* a los 270 días de establecido.

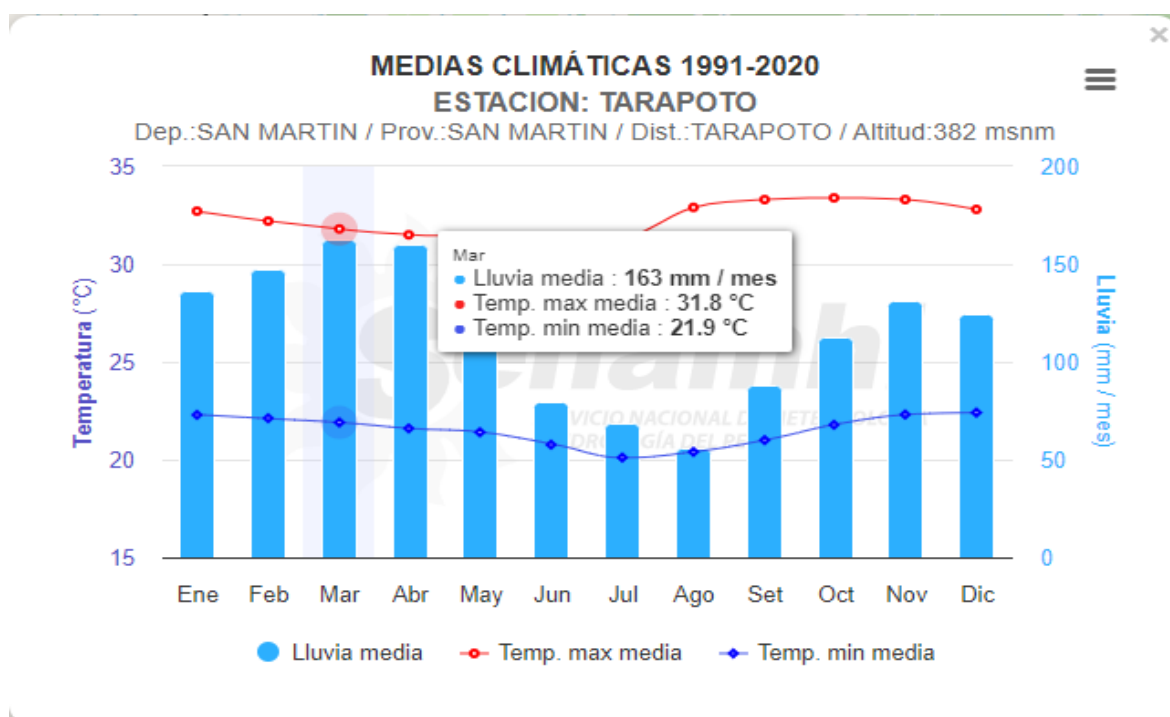
Nota: Vallejos (2020)

**Figura 7** Efecto de la interacción de los factores *Cattleya* y *Phalaenopsis* sobre la propagación *in vitro* por semilla, evaluados a los 90, 180 y 270 días.

Géneros de orquídeas	Tiempo en días	Número de brotes	Longitud de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)	Número de raíces	longitud raíz (cm)	Altura plántula (cm)	Supervivencia (%)
<i>Cattleya</i>	90	1 b	0.25 e	0.04 d	0 e	0 e	0.64 e	100 a
<i>Cattleya</i>	180	1.44 b	0.98 d	0.09 d	2.06 c	1.72 c	2.03 cd	93.75 b
<i>Cattleya</i>	270	2.25 a	3.04 b	0.5 b	4 b	5.3 a	3.88 b	87.5 c
<i>Phalaenopsis</i>	90	1 b	1.03 d	0.36 c	1.12 d	0.39 d	1.5 de	100 a
<i>Phalaenopsis</i>	180	1.06 b	2.02 c	0.57 b	3.63 b	1.58 c	2.46 c	87.5 c
<i>Phalaenopsis</i>	270	1.13 b	3.58 a	1.16 a	5.38 a	3.51 b	4.12 a	75 d
C.V (%)		9.73	5.32	12.27	5.75	7.32	11	4.76
Promedio		1.32	1.76	0.45	2.7	2.08	2.44	90.62

Nota: Vallejos (2020)

**Figura 8** Normales climatológicas, estación Tarapoto



Nota: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI (2023)



# Propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM

*por* Jean Francis Saavedra Cárdenas

---

**Fecha de entrega:** 22-ene-2024 12:00p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2275999330

**Nombre del archivo:** Tesis\_Jean\_Francis\_ok\_FINAL.docx (3.3M)

**Total de palabras:** 19827

**Total de caracteres:** 111822

# Propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	8%
2	<a href="https://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
3	<a href="https://tesis.unsm.edu.pe">tesis.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="https://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="https://revistas.unsm.edu.pe">revistas.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://sedici.unlp.edu.ar">sedici.unlp.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="https://agrocienza-colpos.org">agrocienza-colpos.org</a> Fuente de Internet	