

La micropropagación de especies vegetales: una forma eficiente de clonar plantas

Área o disciplina en la que se inserta

Biología vegetal asignatura de la carrera de Ingeniería Agronómica.

¿Por qué y para qué esta secuencia formativa?

La secuencia formativa permitirá a los estudiantes aprender y profundizar de manera progresiva sobre el tema de la micropropagación de especies vegetales, mediante la utilización de varias metodologías activas que los motiven a conocer los conceptos básicos, indagar más información de acuerdo a sus intereses e implementar en la práctica lo aprendido, con la guía del docente. La finalidad es que ellos comprendan cuáles son las técnicas que se pueden implementar, qué ventajas tienen en comparación con otras convencionales y que cultivos se pueden beneficiar de sus aplicaciones.

Preguntas activadoras del aprendizaje

¿Qué ventajas conlleva implementar las técnicas de micropropagación en la clonación de especies vegetales?

¿Cuáles son las principales características que tomaría en cuenta para seleccionar este tipo de propagación en las especies vegetales?

¿Cómo implementaría la micropropagación de una especie vegetal escogida por su grupo de trabajo?



Ariadne Lucrecia Vegas García

vegaslux@yahoo.com

BSc. en Ciencias (Universidad de Manchester, Inglaterra), MSc. en Agronomía y PhD. en Ciencias Agrícolas (Universidad Central de Venezuela). Durante los últimos 12 años me he desempeñado como docente en educación superior en Venezuela y Ecuador (pregrado, maestría y doctorado) en Biotecnología vegetal y Microbiología agrícola en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA, Venezuela) y en la Universidad Agraria del Ecuador (Sede Guayaquil). He dirigido y ejecutado unos 25 proyectos de investigación, innovación y producción, cuyos resultados han sido publicados en revistas científicas y divulgativas. Mis líneas de investigación son la biotecnología y la microbiología agrícola.



Ver video

<https://youtu.be/bQSxBZVlyZU>



Descripción de la secuencia formativa

El objeto de enseñanza es la micropropagación de especies vegetales como un conjunto de técnicas fundamentales para el saneamiento (eliminación de patógenos: virus, bacterias, hongos y otros), la propagación masiva, la conservación y el mejoramiento genético de estas especies (Camarena, et al., 2014; Indacochea, et al., 2014). Consiste en la propagación vegetativa en masa para la obtención de material genéticamente homogéneo (clones) (Sharry, Adema y Abedine, 2015). Los procesos más comúnmente empleados son: 1. el cultivo de meristemos o ápices, la multiplicación y enraizamiento de brotes, y 2. la embriogénesis (mediante la inducción de embriones) de algún tejido somático, ambos usando medios de cultivos artificiales estériles, cuya composición dependerá de lo que se pretenda obtener. De esta manera se obtienen frecuencias de multiplicación elevadas que hacen muy eficiente el proceso. En teoría es posible producir cientos de miles de individuos clonales a partir de una sola planta madre en cuestión de meses (Cabrera, et al., 2015; Camarena, et al., 2014). Sin embargo, es muy importante tomar en cuenta que esto requiere de gran cantidad de mano de obra capacitada y que el costo de producción es mayor al de las plántulas producidas por metodologías tradicionales. Debido a esto la micropropagación comercial se ha desarrollado con especies de alto valor agregado como las ornamentales, flores de corte o follajes, orquídeas, caña de azúcar y algunos frutales como bananos y cítricos (Camarena, et al., 2014; Castañeda, et al., 2014).

Se utilizarán las metodologías activas de aprendizaje invertido, basado en proyectos y en retos para llevar a cabo el objeto de enseñanza. (Cobo y Valdivia, 2017; Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2014, 2015). El Aprendizaje invertido es un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se realiza fuera del aula y el tiempo presencial se utiliza para desarrollar actividades de aprendizaje significativo y personalizado, maximizando las interacciones uno a uno entre profesor y estudiante (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2014). En este caso, el aprendizaje invertido consistirá en una actividad asincrónica, en la cual se proporcionará un video sobre el programa de certificación de yemas sanas de variedades cítricos del Estado de California, el cual utiliza la técnica de microinjertación de meristemas y los análisis moleculares para el saneamiento de las variedades de cítricos de las principales enfermedades. Mediante esta actividad los estudiantes conocerán en qué consiste esta técnica y cómo se ejecuta. Como segunda actividad, los grupos de estudiantes desarrollarán un proyecto sobre la micropropagación de un cultivo de su elección. Los estudiantes podrán planear, organizar, investigar, definir los objetivos y el plan de trabajo, implementar y presentar los resultados de los productos desarrolla-

dos (Cobo y Valdivia, 2017). En la tercera actividad, los estudiantes pondrán en práctica lo aprendido mediante metodología de aprendizaje basada en reto, que es un enfoque pedagógico que involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, relevante y de vinculación con el entorno, lo cual implica la definición de un reto y la implementación de una solución (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2015). Estas dos últimas metodologías activas involucran a los estudiantes en problemas del mundo real y los hacen partícipes del desarrollo de soluciones específicas (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2015).

En la primera actividad se utilizará el aprendizaje invertido para explicar cómo se realiza el saneamiento o eliminación de enfermedades de las yemas de los cítricos como requisito indispensable antes de la micropropagación. Los estudiantes podrán ver un video previo a la clase, y durante la clase presencial se despejarán las dudas, al final de la clase se aplicará un quiz para la evaluación de dicha actividad. Para lograr que los estudiantes conozcan las etapas de la micropropagación se utilizará el aprendizaje basado en proyecto, para ello se organizarán en equipos colaborativos y cada integrante se hará responsable de parte del proyecto. Esto corresponde a la segunda actividad planificada. Los equipos podrán escoger el cultivo con el cual van a trabajar. Al final los grupos presentarán sus respectivos proyectos, en los cuales el producto será una descripción del mejor protocolo para el proceso de micropropagación de la especie escogida. Se evaluará el proceso del avance del proyecto y la exposición final mediante rúbricas. Como actividad final los estudiantes, en grupos, realizarán un reto (aprendizaje basado en reto) y ejecutarán una práctica, para lo cual contarán con el protocolo obtenido en la segunda actividad. En este ejercicio realizarán una desinfección superficial y siembra parte de una planta (yemas, embriones, semillas, hojas u otros) y los implantarán en forma aséptica en los medios de cultivos artificiales elaborados por ellos previamente en el laboratorio con la guía del docente, y reportarán la metodología y los resultados mediante la presentación de una infografía. Para la elaboración de la infografía el docente proporcionará una guía. Finalmente, los grupos evaluarán las infografías de otros grupos tomando en cuenta los parámetros establecidos en la guía de elaboración.

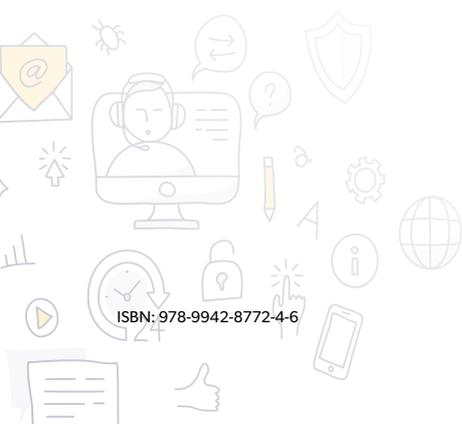
Se presenta una secuencia formativa lógica y progresiva, que utiliza varias metodologías activas como son el aprendizaje invertido, basado en proyectos y en reto. De esta manera el estudiante logrará un aprendizaje motivador que le permita analizar, comparar, resumir información e implementar basándose en lo aprendido durante el módulo. Se trata de proporcionarles a los estudiantes actividades bien planificadas, estructuradas y definidas con instrucciones

claras, y que ellos comprendan que van a lograr, como lo van a lograr y cómo serán evaluados. Que el aprendizaje se vaya incrementando basado en experiencias gestionadas por ellos y guiadas por el docente, con la finalidad de mejorar el aprendizaje.

Desarrollo de la secuencia formativa

| | |
|--|--|
| Tema: La micropropagación de especies vegetales: una forma eficiente de clonar plantas | |
| Objetivo Conocer las etapas de la micropropagación in vitro de especies vegetales y sus aplicaciones en los cultivos | |
| Contenido Etapas de la micropropagación de plantas: la selección de las plantas madres o donadoras, la iniciación (el cultivo de meristemas, ápices, yemas, nudos, y semillas, y saneamiento los tejidos vegetales), la multiplicación, el enraizamiento y la aclimatización). Estudio de casos: Micropropagación de cultivos vegetales | |
| Actividades de aprendizaje (redacción dirigida al estudiante) | |
| Actividad 1: ¿por qué se realiza la microinjertación en cítricos? | |
| ¿Qué vamos a lograr? | Conocer las ventajas de realizar esta técnica en las variedades de cítricos, la cual es una adaptación de la siembra de meristemas en otros cultivos con la finalidad de eliminar patógenos y lograr plantas sanas |

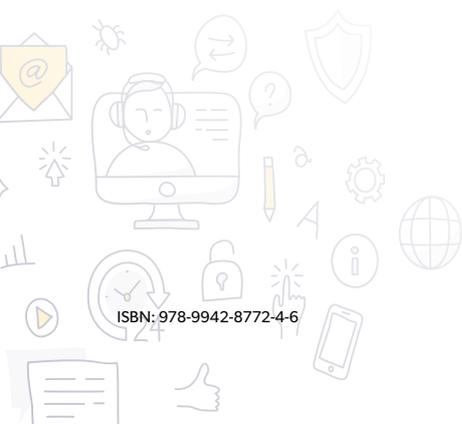
| | |
|--|---|
| <p>¿Cómo lo vamos a lograr?</p> | <p>Una semana antes de la clase, el docente proporcionará un video sobre el Programa de introducción de cítricos (CCPP por sus siglas en inglés, Citrus clonal Protection Program) de la Universidad de California, de manera que los estudiantes lo visualicen antes de la clase y comprendan el proceso y su importancia. Durante la clase presencial se responderán las dudas y se complementará la información que requieran los estudiantes sobre los conceptos y las ventajas de la técnica de la microinjertación en cítricos.</p> |
| <p>¿Cómo lo vamos a evaluar?</p> | <p>Mediante un quiz de 10 preguntas de verdadero y falso durante la clase presencial. Diseñado con la herramienta Educaplay.</p> |
| <p>Actividad 2: ¿Cómo y para que se realiza la micropropagacion de cultivos</p> | |
| <p>¿Qué vamos a lograr?</p> | <p>Conocer cómo y para qué se realiza la micropropagación de cultivos de importancia para Ecuador.</p> |





| | |
|--|--|
| ¿Cómo lo vamos a lograr? | Cada grupo escogerá un cultivo de su preferencia, analizará al menos dos artículos científicos recientes (hasta el 2015) sobre la micropropagación del cultivo escogido, utilizando la plataforma Google académico y sintetizará los datos más importantes de las fases del proceso (la selección de plantas madres, la iniciación, la multiplicación, el enraizamiento y la aclimatización). En las clases presenciales se revisarán los avances de cada proyecto. Los grupos podrán usar google drive y las redes sociales (Whatsapp y Facebook) para comunicarse y enviar los documentos relevantes entre ellos y el docente. |
| ¿Cómo lo vamos a evaluar? | Los grupos plantearán un protocolo resumido de micropropagación, que incluya las fases (selección de las plantas madres, iniciación, multiplicación, enraizamiento y aclimatización). Este trabajo será expuesto en clase y cada grupo dispondrá de 15 minutos. El docente evaluará mediante el uso de rubricas el proceso de avance y la exposición final del proyecto. |
| Actividad 3: Realizar un reto sobre la siembra in vitro de un cultivo escogido. | |
| ¿Qué vamos a lograr? | Que los estudiantes implementen lo aprendido en la actividad anterior y lo apliquen en el laboratorio para la siembra in vitro del cultivo elegido |

| | |
|---|--|
| <p>¿Cómo lo vamos a lograr?</p> | <p>Los grupos formados, utilizando el protocolo elaborado en la actividad anterior, ejecutarán esta actividad de siembra in vitro del vegetal mediante la desinfección y siembra en los medios artificiales elaborados con anterioridad, en condiciones de laboratorio y con la guía del docente. Los estudiantes evaluarán los resultados por un período de 21 días, realizando observaciones semanales. Los grupos podrán usar google drive y las redes sociales para comunicarse e intercambiar información sobre los resultados obtenidos.</p> |
| <p>¿Cómo lo vamos a evaluar?</p> | <p>Los grupos de estudiantes elaborarán una infografía siguiendo la guía del docente, describiendo la metodología empleada y los resultados de este reto, después de 21 días de la siembra. Podrán utilizar las herramientas Geneal.ly, Canvas o Venn-gage. Se realizará una heteroevaluación: de forma anónima, cada grupo evaluará a otros 3 grupos mediante una rúbrica y la calificación final de esta actividad será el promedio de esas evaluaciones.</p> |





Reflexiones finales

La secuencia formativa diseñada para alcanzar el aprendizaje del tema incluye actividades asincrónicas y sincrónicas y metodologías activas que permiten maximizar el tiempo de aprendizaje y elevar la motivación de los estudiantes, y al mismo tiempo disminuir las exposiciones formales del docente. Estas metodologías activas están enfocadas en el estudiante y en el trabajo en equipo. Nuestro desafío como docente es ser empáticos, guiarlos, estimularlos y realizar el seguimiento durante el proceso de aprendizaje explicando los conceptos básicos, disipando las dudas, orientándolos sobre dónde encontrar la información, la escogencia de las herramientas digitales y garantizando que haya una comunicación fluida y retroalimentación con los alumnos para que se sientan incluidos y estimulados. Diseñar e innovar en nuevas formas atractivas y retadoras de enseñanza y de evaluación, para que estas últimas sean una continuación en el proceso de aprendizaje y que no se perciban por los estudiantes como un castigo. De esta manera, los estudiantes aprenden a organizar y planificar sus actividades y tiempos, y a asumir responsabilidades.

El aprendizaje se logra con la realización de las diferentes actividades planteadas, las cuales permitirán el desarrollo de diferentes competencias, tales como: el análisis, la síntesis de ideas, la creatividad, la facilidad de comunicación, el pensamiento crítico, la reflexión, la ética, el liderazgo y el trabajo colaborativo, a la vez que se refuerzan los valores como la responsabilidad, la equidad, la diversidad, el respeto, la autonomía y la solidaridad. Como reto los docentes debemos mantenernos actualizados para adquirir nuevas competencias, salir de nuestra zona de confort para ampliar nuestra zona de crecimiento, reaprender, autoevaluarnos y ser evaluados por los estudiantes, formar parte de comunidades de aprendizaje, compartiendo información generada por los estudiantes, o por nosotros e involucrando a otros docentes y a las instituciones de educación a las cuales pertenecemos, convirtiéndonos en eduprosumidores.

Referencias

- Apolo, D., D'aubeterre, L., Gonzalez, S. y Cabascango, G. 2020. Eduprosumers: Educational actors in the digital age. 2020. A. In: Basantes-Andrade et al. (eds). TSIE 2019. AISC, vol 1110. Springer, Cham. pp. 363-373. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37221-7_30
- Cabrera, J., López, L., León, C., Jofre, A. y Verver, A. 2015. Stress induced acquisition of somatic embryogenesis in common bean *Phaseolus vulgaris* L. *Protoplasma* 252 (2): 559-70. doi: 10.1007/s00709-014-0702-4. Epub 2014 Sep 25. PMID: 25252886
- Camarena, F., Chura, J. y Blas, R. 2014. Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. 274 p.
- Castañeda, O., Gómez, F., Trejo, L., Morales, V., González, M., Martínez, Y., Gámez, R. y Pastelin, M. 2014. Aplicaciones del cultivo de tejidos vegetales en caña de azúcar. *Agroproductividad* 7 (2): 16-21. ISSN: 0187-7380
- Cobo, G. y Valdivia, S. 2017. Aprendizaje basado en proyectos. Colección Materiales de Apoyo a la docencia #1. Eds. María Paula Abusada y Yanet Roxana Peralta Ruíz. Pontificia Universidad Católica del Perú. Publicación del Instituto de Docencia Uviversitaria. Lima. Perú. 15 p. ISBN: 978-612-47489-4-3.
- Indacochea, B., Parrales, J., Hernández, A., Castro, C., Vera, M., Zhindón, A. y Gabriel, J. 2018. Evaluación de medios de cultivo in vitro para especies nativas en peligro de extinción. *Agronomía Costarricense* 42 (1), 63-89. ISSN: 0377-9424.
- Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. 2014. Aprendizaje Invertido. Reporte EduTrends. 27 p.
- Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. 2015. Aprendizaje basado en retos. Reporte EduTrends. Tecnológico de Monterrey. 38 p.
- Sharry, S., Adema, M. y Abedine, W. 2015. Plantas de probeta: manual para la propagación de plantas por cultivo de tejidos in vitro. 1ª ed. Adaptada. La Plata. Universidad Nacional de la Plata. ISBN 978-950-34-1254-1. 240 p.

