

Actividades prácticas para reforzar el aprendizaje del temario de asignaturas teóricas

Docente: Dr. Alejandro Martínez Palacios

Semestre: 7, 8, 9

Unidad de Aprendizaje (=asignatura): Manejo de equipo de laboratorio

Tema: Propagación de Plantas en Peligro de Extinción

Introducción (poner en contexto el tema)

Un laboratorio de cultivo de tejidos vegetales cuenta con diversos equipos que requieren un manejo adecuado, un mal manejo puede repercutir en el daño parcial o total de dicho equipo. Los cuales son de fundamental importancia para la armonía del laboratorio, pudiendo detener las acciones de micropropagación. Por lo anterior, a los alumnos se les explicará cómo usar cada equipo (pH, autoclave, campana de flujo laminar, balanzas analítica y granataria, etc).

Objetivo de la actividad: Por lo anterior, el objetivo de dicha práctica es que el alumno entienda y maneje los equipos del laboratorio y evitar daños irreversibles.

Quien, como y para qué

Instrucciones: Describir con detalle lo que deben realizar los estudiantes, incluidos los insumos con los que contarán para realizar la actividad.

1. aprender a usar cada equipo
2. entender el tipo de mantenimiento antes de su uso y después de este.

Forma de evaluación/rúbrica: Indicar cómo se evaluará la actividad o bien incluir la rúbrica de evaluación de esta actividad. Con el desarrollo de la actividad de cada alumno

Referencias bibliográficas: incluir aquellas que sean de utilidad para el desarrollo de la actividad (en caso de ser necesario).

- CIATEJ. MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA LA MICROPROPAGACION DE PLANTAS. https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_61a18db854d35.pdf
- Dixon R.A. 1987. Plant Cell Culture, a practical approach. IRL Press, Oxford Washington.
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2008). Plant propagation by tissue culture 3rd Edition. *The Netherland, The Back Ground Springer*, 65-175. (en línea)
- Hartmann H.T. y D.E. Kester. 1999. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Editorial Continental. México.

Actividades prácticas para reforzar el aprendizaje del temario de asignaturas teóricas

Docente: Dr. Alejandro Martínez Palacios

Semestre: 7, 8, 9

Unidad de Aprendizaje (=asignatura): Cálculos y preparación de soluciones concentradas

Tema: Propagación de Plantas en Peligro de Extinción

Introducción (poner en contexto el tema)

Uno de los errores más comunes en el inicio del aprendizaje y desarrollo del cultivo de tejidos vegetales es dejar el cálculo a la mente, continuamente se cometen errores que repercutirán en los resultados finales de la investigación. Una solución concentrada mal calculada en donde el medio va a recibir 10 o 100 veces más de lo recomendado, es el factor de inhibición y daño de los cultivos, por lo anterior es importante hacer los cálculos en la libreta de cálculos y usar una calculadora, de lo contrario es muy factible que una de las soluciones concentradas se pueda estar agregando mal, esto permitirá que el profesor vea en el momento o en el pasado si los cálculos de componentes están bien o se están cometiendo errores. Las soluciones concentradas o stock, se usan comúnmente para preparaciones continuas durante 2 a 3 meses, las cuales se hacen agrupando compuestos y haciendo soluciones concentradas en 100 ml para diluir a 10 litros de medio, esta puede variar, por lo cual es necesario que la etiqueta

lleve el número de stock, las iniciales del medio para el cual será usado (ej. MS: Murashige & Skoog), la concentración, la fecha de su elaboración y nombre de la persona que lo elabora.

Objetivo de la actividad: Que los alumnos aprendan a desarrollar adecuadamente los cálculos y soluciones stock para la preparación de medios de cultivos.

Quien, como y para qué

Instrucciones: Describir con detalle lo que deben realizar los estudiantes, incluidos los insumos con los que contarán para realizar la actividad.

1. Contar con la receta del medio a desarrollar
2. Hacer los cálculos en papel personal de las soluciones stock.
3. Pesar en la balanza cada uno de los reactivos de cada solución stock y diluir cada una en la cantidad de agua recomendada o deseada.

Forma de evaluación/rúbrica: Indicar cómo se evaluará la actividad o bien incluir la rúbrica de evaluación de esta actividad. Con la libreta de cálculos individuales y el desempeño durante el proceso de cálculos, pesado y dilución de las sales.

Referencias bibliográficas: incluir aquellas que sean de utilidad para el desarrollo de la actividad (en caso de ser necesario).

- CIATEJ. MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA LA MICROPROPAGACION DE PLANTAS. https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_61a18db854d35.pdf
- Dixon R.A. 1987. Plant Cell Culture, a practical approach. IRL Press, Oxford Washington.
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2008). Plant propagation by tissue culture 3rd Edition. *The Netherland, The Back Ground Springer*, 65-175. (en línea)
- Hartmann H.T. y D.E. Kester. 1999. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Editorial Continental. México.

Actividades prácticas para reforzar el aprendizaje del temario de asignaturas teóricas

Docente: Dr. Alejandro Martínez Palacios

Semestre: 7, 8, 9

Unidad de Aprendizaje (=asignatura): Preparación de medios de cultivo

Tema: Propagación de Plantas en Peligro de Extinción

Introducción (poner en contexto el tema)

La preparación de medios de cultivo es otra etapa importante a desarrollar para manejar las técnicas de cultivo de tejidos. Se deben diluir en la mitad de agua del total del medio a preparar, con ayuda de un agitador magnético, el agua se agita y se van adicionando las soluciones de cada concentración de acuerdo a los cálculos hechos para la cantidad de medio a preparar, recordar que hay que adicionar de acuerdo a la numeración del stock de forma ascendente. Al agregar todos y cada uno de los componentes y antes de adicionar el agar, es necesario medir el pH con ayuda de un potenciómetro. Posteriormente se adiciona el agar y se disuelve en un microondas extrayéndolo continuamente de éste y agitando el medio con una espátula para evitar se hagan grumos que ocasionaría la inconsistencia del endurecimiento del medio de cultivo. Al igual que las otras prácticas, esta es básica para el éxito del cultivo de tejidos

Objetivo de la actividad: Que los alumnos aprendan a elaborar medios de cultivo a través de soluciones concentradas para asegurar el éxito de los cultivos

Quien, como y para qué

Instrucciones: Describir con detalle lo que deben realizar los estudiantes, incluidos los insumos con los que contarán para realizar la actividad.

1. Aprender a desarrollar adecuadamente los medios de cultivos a partir de soluciones concentradas.
2. Colocar a los medios en área aséptica durante su enfriamiento y antes de ir a la campana de flujo laminar para su uso.

Forma de evaluación/rúbrica: Indicar cómo se evaluará la actividad o bien incluir la rúbrica de evaluación de esta actividad. Con los cálculos de cada adición de stock y su empeño en la realización del medio de cultivo.

Referencias bibliográficas: incluir aquellas que sean de utilidad para el desarrollo de la actividad (en caso de ser necesario).

- CIATEJ. MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA LA MICROPROPAGACION DE PLANTAS. https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_61a18db854d35.pdf
- Dixon R.A. 1987. Plant Cell Culture, a practical approach. IRL Press, Oxford Washington.
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2008). Plant propagation by tissue culture 3rd Edition. *The Netherland, The Back Ground Springer*, 65-175.
- Hartmann H.T. y D.E. Kester. 1999. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Editorial Continental. México.
- **Martínez-Palacios A.**, P. Ortega-Larrocea, V. Chávez y R. Bye. 2003. Somatic embryogenesis and organogenesis of *Agave victoriae-reginae*: Considerations for its conservation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 74 (2): 135-142.

Actividades prácticas para reforzar el aprendizaje del temario de asignaturas teóricas

Docente: Dr. Alejandro Martínez Palacios

Semestre: 7, 8, 9

Unidad de Aprendizaje (=asignatura): Desinfección de explantes

Tema: Propagación de Plantas en Peligro de Extinción

Introducción (poner en contexto el tema)

Que el alumno conozca los diferentes pasos de desinfección, el cual puede variar de acuerdo al tipo de explante a utilizar y al estado de madurez, entre otros. Uno de los más tradicionales es el lavado de los explantes en agua corriente, posteriormente se someten a alcohol al 70 por un minuto, se retira este y se someten los explantes a una solución de hipoclorito de sodio comercial diluido al 15-30 %, dependiendo del explante, agregando unas gotas de tween, agitando de forma constante por 15-25 minutos, posteriormente se retira la solución y se hacen 3 enjuagues con agua destilada estéril. Esta práctica va seguida a la siembra in vitro que se detallara más adelante.

Objetivo de la actividad: Que los alumnos aprendan sobre las técnicas de desinfección y selección de explantes para buscar la asepsia de los explantes iniciados en los cultivos in vitro.

Quien, como y para qué

Instrucciones: Describir con detalle lo que deben realizar los estudiantes, incluidos los insumos con los que contarán para realizar la actividad.

1. Desinfectar explantes para su posterior establecimiento in vitro.
2. Determinar las áreas dañadas y porcentajes de los diversos explantes y tiempos de desinfección

Forma de evaluación/rúbrica: Indicar cómo se evaluará la actividad o bien incluir la rúbrica de evaluación de esta actividad. Con la explicación de las áreas de daño en los explantes hecho por el desinfectante para cada concentración de desinfectante, la asistencia y aplicación del alumno a la práctica.

Referencias bibliográficas: incluir aquellas que sean de utilidad para el desarrollo de la actividad (en caso de ser necesario).

- CIATEJ. MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA LA MICROPROPAGACION DE PLANTAS. https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_61a18db854d35.pdf
- Dixon R.A. 1987. Plant Cell Culture, a practical approach. IRL Press, Oxford Washington.
- Hartmann H.T. y D.E. Kester. 1999. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Editorial Continental. México.
- **Martínez-Palacios A.**, P. Ortega-Larrocea, V. Chávez y R. Bye. 2003. Somatic embryogenesis and organogenesis of *Agave victoriae-reginae*: Considerations for its conservation. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 74 (2): 135-142.

Actividades prácticas para reforzar el aprendizaje del temario de asignaturas teóricas

Docente: Dr. Alejandro Martínez Palacios

Semestre: 7, 8, 9

Unidad de Aprendizaje (=asignatura): Cultivo y Subcultivos de tejidos vegetales

Tema: Propagación de Plantas en Peligro de Extinción

Introducción (poner en contexto el tema)

El alumno ejercerá los sistemas de cultivo de tejidos bajo condiciones asépticas (campana de flujo laminar). Prenderá la campana y limpiará, sus manos y antebrazos con alcohol al 96°, con un paño con alcohol etílico al 96° limpiará las áreas de la superficie expuestas de la campana y del instrumental y frascos de cultivo y a cultivar. Teniendo cuidado que el mechero al encenderlo este evaporado el alcohol aplicado en diferentes acciones mencionadas. Este proceso requiere total control o pueden pasar diversos factores, el que se produzca un incendio, o el que el área este más propensa a contaminaciones. Se establecerán segmentos de hojas y tallos

Objetivo de la actividad: Que los alumnos aprendan sobre las técnicas de cultivo de tejidos y que puedan aplicarlas en diversas áreas de la fisiología de propagación
Quien, como y para qué

Instrucciones: Describir con detalle lo que deben realizar los estudiantes, incluidos los insumos con los que contarán para realizar la actividad.

1. Aprenderán a desinfectar tejidos vegetales para sus cultivos in vitro
 2. Conocerán diferentes medios, forma de generar soluciones concentradas y preparar medios de cultivo.
 3. Aprenderán a usar las áreas asépticas, a desinfectar explantes, esterilizar medios de cultivo, a cultivar in vitro y a adaptarse de in vitro a condiciones ex vitro.
- Conocerán las alternativas de producción de masa de células (callo), embriones somáticos y brotes adventicios

Forma de evaluación/rúbrica: Indicar cómo se evaluará la actividad o bien incluir la rúbrica de evaluación de esta actividad. Con el desarrollo escrito o digital de la práctica, la asistencia y el involucramiento en cada paso de la práctica.

Referencias bibliográficas: incluir aquellas que sean de utilidad para el desarrollo de la actividad (en caso de ser necesario).

- Durán-Mendoza, E., Cornejo-Gallegos, M., **Martínez-Palacios, A.**, Pedraza-Santos, M. E., Sánchez-Vargas, N. M., Valdovinos-Ramírez, G. A., ... & Mandujano-Sanchez, M. D. C. (2025). Circannual Clock in *Laelia speciosa* (Orchidaceae) Through Dormancy vs. Germination Dynamics of Seeds Stored Under Controlled Conditions. *Plants*, 14(3), 336.
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2008). Plant propagation by tissue culture 3rd Edition. *The Netherland, The Back Ground Springer*, 65-175.
- Guillén-Rodríguez, S., Cruz-López, C., Martínez-Ávalos, J. G., & **Martínez-Palacios, A.** (2022). Efecto de N6-benciladenina y Fotoperiodo en la Floración de Protocormos in vitro de *Bletia urbana* (orchidaceae). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(4), 475-475.
- Guillén, S., **Martínez-Palacios, A.**, Martínez, H., & Martínez-Ávalos, J. G. (2015). Organogénesis y embriogénesis somática de *Beaucarnea inermis* (Asparagaceae), una especie amenazada del noreste de México. *Botanical Sciences*, 93(2), 221-230.
- **Martínez-Palacios A.**, P. Ortega-Larrocea, V. Chávez y R. Bye. 2003. Somatic embryogenesis and organogenesis of *Agave victoriae-reginae*: Considerations for its conservation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 74 (2): 135-142.
- **Martínez-Palacios A.**, R. Cárdenas Navarro, D.B. Hernández Ortega y V. Chávez. 2016. Micropropagation of *Turbincarpus valdezianus* (Möeller) Glass & Foster (Cactaceae). *HortScience*. 51(1):1-4.
- Ramos-Ortiz, S., Rangel-Guerrero, L. M., Pedraza-Santos, M. E., Chávez-Ávila, V. M., Martínez-Ávalos, J. G., Sánchez-Vargas, N. M., & **Martínez-Palacios, A.** (2020). Clonal propagation of *Trichocentrum stramineum* (Orchidaceae), a threatened species endemic to Mexico. *Botanical Sciences*, 98(2), 355-365.
- Rubluo, A., Chavez, V., & **Martinez, A.** (1989). In vitro seed germination and re-introduction of *Bletia urbana* (Orchidaceae) in its natural habitat. *Lindleyana*. 4(2): 68-73.
- Rubluo, A., Chávez, V., **Martínez, A. P.**, & Martínez-Vázquez, O. (1993). Strategies for the recovery of endangered orchids and cacti through in-vitro culture. *Biological Conservation*, 63(2), 163-169.

Actividades prácticas para reforzar el aprendizaje del temario de asignaturas teóricas

Docente: Dr. Alejandro Martínez Palacios

Semestre: 7, 8, 9

Unidad de Aprendizaje (=asignatura): Desinfección de semillas y siembra in vitro: orquídeas, agaves y cactus

Tema: Propagación de Plantas en Peligro de Extinción

Introducción (poner en contexto el tema)

La semilla, es el óvulo maduro y fecundado de una planta (angiosperma o gimnosperma) que contiene el embrión necesario para dar origen a una nueva planta.

Su función principal es proteger al embrión, permitir su dispersión y perpetuar la especie al germinar en condiciones adecuadas. Una vez liberadas por la planta, para el caso de las semillas ortodoxas pueden sufrir latencia y no germinar en condiciones favorables (agua, temperatura y oxígeno). Lo cual puede ser, exógena (causas externas), endógena (causas internas del embrión) y combinada. La exógena (física/mecánica/química) o endógena (fisiológica, morfofisiológica o combinada). Lo anterior de suma importancia para poder entender porque no germinan las semillas. En caso de si hacerlo, es una fuente de explantes para la micropropagación.

Objetivo de la actividad: Que los alumnos aprendan sobre el manejo de semillas en el cultivo in vitro como fuente de micropropagación.

Quien, como y para qué

Instrucciones: Describir con detalle lo que deben realizar los estudiantes, incluidos los insumos con los que contarán para realizar la actividad.

1. Aprenderán a desinfectar semillas usando los procesos antes mencionados en la práctica de desinfección de explantes
2. Siembra de semillas in vitro
3. Evaluación (de ser posible) acumulativa de la germinación de semillas por periodos

Forma de evaluación/rúbrica: Indicar cómo se evaluará la actividad o bien incluir la rúbrica de evaluación de esta actividad. Con el desarrollo escrito o digital de la práctica, la asistencia a clases y la muestra de empeño.

Referencias bibliográficas: incluir aquellas que sean de utilidad para el desarrollo de la actividad (en caso de ser necesario).

- Dixon R.A. 1987. Plant Cell Culture, a practical approach. IRL Press, Oxford Washington.
- Durán-Mendoza, E., Cornejo-Gallegos, M., **Martínez-Palacios, A.**, Pedraza-Santos, M. E., Sánchez-Vargas, N. M., Valdovinos-Ramírez, G. A., ... & Mandujano-Sanchez, M. D. C. (2025). Circannual Clock in *Laelia speciosa* (Orchidaceae) Through Dormancy vs. Germination Dynamics of Seeds Stored Under Controlled Conditions. *Plants*, 14(3), 336.
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2008). Plant propagation by tissue culture 3rd Edition. *The Netherland, The Back Ground Springer*, 65-175.

- Guillén-Rodríguez, S., Cruz-López, C., Martínez-Ávalos, J. G., & **Martínez-Palacios, A.** (2022). Efecto de N6-benciladenina y Fotoperiodo en la Floración de Protocormos in vitro de Bletia urbana (orchidaceae). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(4), 475-475.
- Hartmann H.T. y D.E. Kester. 1999. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Editorial Continental. México.
- Rubluo, A., Chavez, V., & **Martinez, A.** (1989). In vitro seed germination and re-introduction of Bletia urbana (Orchidaceae) in its natural habitat. *Lindleyana*. **4(2)**: 68-73.

Actividades prácticas para reforzar el aprendizaje del temario de asignaturas teóricas

Docente: Dr. Alejandro Martínez Palacios

Semestre: 7, 8, 9

Unidad de Aprendizaje (=asignatura): Cultivos en medios líquidos con agitación orbital

Tema: Propagación de Plantas en Peligro de Extinción

Introducción (poner en contexto el tema)

Los cultivos en suspensión son usados en el cultivo de células y masa de callos para la inducción de embriones somáticos o proliferación de células. Una vez que se expresan los resultados, los medios sólidos sirven de apoyo para incrementar las divisiones de células en forma de callo seguido de formación de brotes adventicios o embriones somáticos, separación e individualización para su desarrollo a plantas in vitro.

Objetivo de la actividad: Por lo anterior, el objetivo de dicha práctica es que el alumno conozca una técnica de cultivos, usando medios líquidos en suspensión y agitación orbital como nuevas vías de la micropropagación.

Instrucciones: Describir con detalle lo que deben realizar los estudiantes, incluidos los insumos con los que contarán para realizar la actividad.

1. preparación de medios líquidos, usando medios sin el agar y en matraz Erlenmeyer
2. Sembrar explantes de callos y semillas germinadas de orquídeas.
13. Observación a nivel de laboratorio de respuestas morfogénicas

Forma de evaluación/rúbrica: Indicar cómo se evaluará la actividad o bien incluir la rúbrica de evaluación de esta actividad. Con el desarrollo de la actividad de cada alumno, asistencia y la entrega del reporte.

Referencias bibliográficas: incluir aquellas que sean de utilidad para el desarrollo de la actividad (en caso de ser necesario).

- CIATEJ. MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA LA MICROPROPAGACION DE PLANTAS. https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_61a18db854d35.pdf
- Dixon R.A. 1987. Plant Cell Culture, a practical approach. IRL Press, Oxford Washington.
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2008). Plant propagation by tissue culture 3rd Edition. *The Netherland, The Back Ground Springer*, 65-175.
- Hartmann H.T. y D.E. Kester. 1999. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Editorial Continental. México.

Actividades prácticas para reforzar el aprendizaje del temario de asignaturas teóricas

Docente: Dr. Alejandro Martínez Palacios

Semestre: 7, 8, 9

Unidad de Aprendizaje (=asignatura): Endurecimiento de plantas en el trasplante de in vitro a invernadero

Tema: Propagación de Plantas en Peligro de Extinción

Introducción (poner en contexto el tema)

El crecimiento de plantas in vitro registra factores desfavorables que hay que solucionar durante el endurecimiento, ejemplo, las hojas y los tallos carecen de capas cerosas para evitar deshidratación por su superficie, otro factor importante es que la planta tiene un metabolismo heterótrofo y al salir del frasco deben de cambiar a un metabolismo autotrófico. El endurecimiento por reducción de agua o agotamiento del medio de cultivo y el incremento de la intensidad luminosa pueden endurecer a las plantas antes de salir a condiciones de invernadero. En el invernadero se sujetan a alta humedad al inicio de su trasplante y en el lapso de 30 días se va reduciendo esa alta humedad

hasta que puedan las plantas soportar las condiciones del invernadero. También es importante sujetar a las plantas a mayor intensidad de luz del invernadero después de los 30 días.

Objetivo de la actividad: Que los alumnos aprendan a endurecer plantas in vitro y en invernadero, incrementando la luz y reduciendo la humedad para que las plantas no recientan el cambio tan brusco del nuevo ambiente.

Quien, como y para qué

Instrucciones: Describir con detalle lo que deben realizar los estudiantes, incluidos los insumos con los que contarán para realizar la actividad.

1. sujetar a los frascos a condiciones de endurecimiento in vitro: no subcultivo y mayor intensidad luminosa
2. sujetar a las plantas trasplantadas de in vitro a invernadero a alta humedad relativa al inicio y reducirla con forme transcurre el tiempo.
3. Sujetar a las plantas a mayor estrés sujetándolas a corrientes de aires y luz directa del sol a las horas del cenit,

Forma de evaluación/rúbrica: Indicar cómo se evaluará la actividad o bien incluir la rúbrica de evaluación de esta actividad. Participación activa, reporte de resultados y asistencia.

Referencias bibliográficas: incluir aquellas que sean de utilidad para el desarrollo de la actividad (en caso de ser necesario).

- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2008). Plant propagation by tissue culture 3rd Edition. *The Netherland, The Back Ground Springer*, 65-175. (en línea)
- Hartmann H.T. y D.E. Kester. 1999. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Editorial Continental. México.
- **Martínez-Palacios A.**, P. Ortega-Larrocea, V. Chávez y R. Bye. 2003. Somatic embryogenesis and organogenesis of *Agave victoriae-reginae*: Considerations for its conservation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 74 (2): 135-142.
- Rubluo, A., Chavez, V., & **Martinez, A.** (1989). In vitro seed germination and re-introduction of *Bletia urbana* (Orchidaceae) in its natural habitat. *Lindleyana*. **4(2)**: 68-73.

Actividades prácticas para reforzar el aprendizaje del temario de asignaturas teóricas

Docente: Dr. Alejandro Martínez Palacios

Semestre: 7, 8, 9

Unidad de Aprendizaje (=asignatura): Manejo de plantas a nivel de invernadero

Tema: Propagación de Plantas en Peligro de Extinción

Introducción (poner en contexto el tema)

Las plantas después de etapas de endurecimiento bajo sistemas de alta densidad, demandan trasplante de forma individual y con mayor volumen de suelo, lo cual permite su desarrollo temprano. Además, es importante mantener los riegos de acuerdo a la época del año y a las necesidades de cada planta, por lo cual es importante completar esta etapa dentro del invernadero. Se pueden nutrir con fertilizante, aunque una alternativa es que el suelo contenga materia orgánica y promover las interacciones con microorganismos del suelo para que su nutrición se exprese de manera natural.

Objetivo de la actividad: Que los alumnos aprendan a manejar las plantas endurecidas y entiendan las necesidades para su mejor desarrollo, endurecimiento para sujetarlas a condiciones extremas.

Quien, como y para qué

Instrucciones: Describir con detalle lo que deben realizar los estudiantes, incluidos los insumos con los que contarán para realizar la actividad.

1. Subcultivar plantas endurecidas a recipientes individuales.
2. Endurecer más las plantas a través de exposición continua a las horas de mayor radiación.
3. Deshierbar para favorecer el desarrollo individual de las plantas de interés.

Forma de evaluación/rúbrica: Indicar cómo se evaluará la actividad o bien incluir la rúbrica de evaluación de esta actividad. Actividad en la preparación del suelo para subcultivos individualizados, trasplante y mantenimiento de plantas en el invernadero, asistencia y participación individual.

Referencias bibliográficas: incluir aquellas que sean de utilidad para el desarrollo de la actividad (en caso de ser necesario).

- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2008). Plant propagation by tissue culture 3rd Edition. *The Netherland, The Back Ground Springer*, 65-175. (en línea)
- Hartmann H.T. y D.E. Kester. 1999. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Editorial Continental. México.
- **Martínez-Palacios A.**, P. Ortega-Larrocea, V. Chávez y R. Bye. 2003. Somatic embryogenesis and organogenesis of *Agave victoriae-reginae*: Considerations for its conservation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 74 (2): 135-142.
- Ramos-Ortiz, S., Rangel-Guerrero, L. M., Pedraza-Santos, M. E., Chávez-Ávila, V. M., Martínez-Ávalos, J. G., Sánchez-Vargas, N. M., & **Martínez-Palacios, A.** (2020). Clonal propagation of *Trichocentrum stramineum* (Orchidaceae), a threatened species endemic to Mexico. *Botanical Sciences*, 98(2), 355-365.
- Rubluo, A., Chavez, V., & **Martinez, A.** (1989). In vitro seed germination and re-introduction of *Bletia urbana* (Orchidaceae) in its natural habitat. *Lindleyana*. **4(2)**: 68-73.