

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL
Micropropagación de Helechos Ornamentales

Prestador de servicio social
Eydie Vélez Ortega
Matrícula: 2112037306
Asesor Interno:
MC. Dorys Primavera Orea Coria
núm. Económico
16435
Externo
Ing. Armando Medrano Valverde
Núm. Económico
13211

Lugar de Realización:
Laboratorio de Cultivo de Tejidos, DPAA UAM Xochimilco
Fecha de inicio y Término
16 de marzo a 9 de octubre del 2015

ÍNDICE

RESUMEN	1
MARCO TEÓRICO	3
OBJETIVOS	5
General	5
Específicos	5
METAS	5
METODOLOGÍA UTILIZADA	5
ACTIVIDADES REALIZADAS	7
OBJETIVOS Y METAS REALIZADAS	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Metas	8
RESULTADOS	8
DISCUSIÓN	12
CONCLUSIÓN	13
BIBLIOGRAFIA	15

RESUMEN

Los helechos fueron durante siglos valorados únicamente por sus propiedades medicinales. A partir del siglo XVIII comenzaron a introducirse en el mundo de la jardinería, adquiriendo progresivamente mayor valor ornamental, especialmente los de porte arbóreo (A. Barros et al., 2008). En México, Veracruz es el estado que, después de Chiapas y Oaxaca, cuenta con el mayor número de plantas vasculares, con 8 497 especies, de las cuales 564 son helechos (F. Barrios-Morales et al., 2008). Además, juegan un papel importante en el balance hídrico de los suelos en que se desarrollan. Algunas de estas plantas están en peligro de extinción en parte por la sobreexplotación que se hace del recurso y por estar acabando con sus hábitats naturales (Sánchez-Montiel et al., 2008). En esta investigación se trabajó con tres géneros de helechos cultivados: *Adiantum*, *Dryopteris* y *Cyrtomium* y dos géneros silvestres, con potencial ornamental, provenientes del Estado de México: *Pellaea* y *Blechnum*. Los objetivos fueron lograr el establecimiento aséptico de explantes de frondas fértiles y la germinación in vitro de las esporas. Los esporofilos maduros de los 5 géneros se desinfectaron con alcohol al 70% durante 30 segundos y una solución de cloro comercial al 30% durante 10 minutos. Se establecieron secciones de soros de entre 1-0.3 cm de longitud en un medio de cultivo estéril con las sales modificadas de Murashige y Skoog. Los cultivos se incubaron bajo una temperatura de 25°C con 16/8 h luz /oscuridad. En los géneros *Adiantum*, *Cyrtomium* y *Dryopteris* no se presentó contaminación. En *Pellaea* alcanzó solamente el 6.2% de los cultivos y *Blechnum* el 12.5%. Las esporas comenzaron su germinación entre 7 y 15 días después de la siembra, en los géneros *Dryopteris*, *Cyrtomium*, *Pellaea* y *Blechnum*, alcanzando en promedio un 100, 80, 12.5 y 81.25% de germinación, respectivamente. En el género *Adiantum* únicamente se obtuvo un 20% de germinación después de 60 días después de la siembra. La germinación in vitro de esporas de helechos es una alternativa para la producción comercial de especies ornamentales, así como una herramienta para la conservación de especies silvestres amenazadas.

INTRODUCCIÓN

Los helechos junto con las orquídeas y cactáceas, constituyen uno de los principales grupos de plantas ornamentales. A pesar de carecer de flores, tienen una inmensa belleza debido a una gran diversidad de formas, tamaños y tonalidades. Sin embargo, este hecho ha provocado que algunas poblaciones naturales de helechos, como es el caso de los arborescentes (Velázquez y Aguirre, 2015) *Cyathea costaricensis*, *Nephelea mexciana*, *Dicksonia regalis*, *D. Schiediei* y el helecho espada *Nephrolepis cordifolia* se vean amenazados o en peligro de desaparecer, ya que el comercio ilegal ha impulsado su sobreexplotación (Galindo et al. 2012).

Aparentemente, en nuestro país, no hay una gran tradición étnica en el uso de este grupo de plantas; probablemente una cincuentena de especies mexicanas podría tener un uso comercial relevante, fundamentalmente como ornamentales de maceta o de follaje (especialmente especies de la familia *Cyatheaceae*, y otras pertenecientes al género *Adiantum*, *Asplenium*, *Polystichum*, *Lycopodium*, etc.) y agronómico (tal como *Azolla*). De muchas de éstas, se sabe que ya existen cultivos comerciales o bien se venden en un mercado informal en nuestro país, que socava el recurso natural dada la extracción de ejemplares del medio, tal como el maquique (Tejero-Díez et al., 2011)

Morelos y el Distrito Federal son lugares donde se identifican productores individuales y asociaciones de productores de helechos ornamentales. La comercialización para el mercado nacional se realiza en los mercados de Xochimilco (Madre Selva, Caltongo, Cuemanco). En el Estado de Morelos las empresas comercializadoras se ubican principalmente en Cuautla, Juitepec y Cuernavaca. Los helechos en el caso de Morelos, se producen como plantas envasadas o de maceta bajo invernadero, destacando los géneros *Nephrolepis* spp., *Adiantum* spp., *Asplenium* spp., *Cyrtomium* spp., y *Platycterium* spp. (Xolalpa, 2012).

En cuanto a su reproducción, los helechos forman parte de un grupo de plantas vasculares que reciben el nombre de pteridofitas y que se caracterizan porque en su ciclo de vida presentan alternancia de generaciones independientes y de

vida libre, una asexual o esporofítica, que produce esporas y otra sexual o gametofítica que, como su nombre lo indica, forma gametos (Pérez y Reyes 1993)

Como los helechos no producen semillas, mediante sus esporas que se encuentran en el envés de las hojas, se pueden reproducir eficazmente, colocándolas en un medio adecuado. En caso de propagación in vitro, se desarrolla una planta libre haploide denominada gametófito, las cuales al unirse producen la forma conocida del helecho, el esporófito. Las esporas son producidas en cantidades grandes, de más de 1 000 esporas/mg en algunas especies. Por ejemplo, la propagación in vitro de *Platyserium bifurcatum* permite la obtención de cantidades grandes de plantas de buena calidad aun cuando es más lento el proceso comparado con el tradicional que se trata de separar brotes llamados rizomas (Gómez y Páez, 2013).

JUSTIFICACIÓN

Los helechos son plantas importantes no solo en lo ecológico, sino como unas de las plantas de ornamento más utilizadas en jardinería, incluso se han llevado a su sobreexplotación clandestina, para la realización de sustratos. Sin embargo, se puede rescatar este recurso genético y conservar las especies.

MARCO TEÓRICO

Los helechos son parte importante del dosel arbóreo y del sotobosque, principalmente en la zona montañosa húmeda, donde tienen un papel sobresaliente en el balance hídrico. En la mayoría de las comunidades vegetales son un componente de la estructura, por lo que conocer la diversidad, distribución y dinámica de sus poblaciones es fundamental para entender los procesos de sucesión y restauración. Son considerados buenos indicadores de los cambios ambientales en los bosques por su sensibilidad (sobre todo en la planta gametófito, donde se lleva a cabo la reproducción sexual) a los parámetros microclimáticos y edáficos. En adición a los servicios ambientales que representan en sus hábitats, el ser humano le ha dado usos a algunas

especies como plantas medicinales, ceremoniales, de ornato, elaboración de artesanías, como sustrato, etc. (Tejero-Díez et al., 2011)

Actualmente se estima la existencia de 10,000 especies en el mundo, concentradas en áreas tropicales con diversidad de ambientes. México tiene una de las floras de helechos más diversas del mundo y más amplias latitudinalmente, pues está compuesta aproximadamente por 124 géneros y 1,008 especies y 16 infraespecies. Del total de especies 186 son endémicas.

Los helechos se clasifican en; Clase: Polypodiopsida, Clase: Marattiopsida), los licopodios, selaginelas e isoetales (Clase: Lycopodiopsida), las psilofitas (Clase: Psilotopsida) y los equisetos o colas de caballo (Clase: Equisetopsida) (Galindo et al. 2012).

Los helechos se reproducen sexualmente por medio de la fecundación que ocurre en los gametofitos, pero su mayor potencial reproductivo radica en la reproducción asexual, ya sea por medio de esporas, vegetativamente o por apogamia y aposporia. Para cultivar y propagar helechos se debe elegir el tipo de reproducción más conveniente, dependiendo de la especie, la infraestructura con la que se cuente y los fines que se persigan. En los laboratorios de investigación, lo más común es sembrar esporas en cajas de Petri con medios de cultivos especiales (Velázquez y Aguirre, 2015), se utilizan como base las sales de Murashige y Skoog y diferentes combinaciones de reguladores de crecimiento (Godoy et al., 2005). Para su mantenimiento se colocan en condiciones controladas de humedad, luz, temperatura, etc., con el fin de tener éxito en la germinación.

Una vez que las esporas germinan, es muy importante darles seguimiento a los gametofitos, que estén maduros para mantenerlos húmedos y facilitar la fecundación. Posteriormente, los esporofitos jóvenes se siembran en macetas o contenedores adecuados para que maduren exitosamente (Velázquez y Aguirre, 2015).

Las investigaciones que han estado encaminadas a conocer aspectos de la biología reproductiva de los helechos, estas, han indagado por tipos de sustrato y requerimientos nutricionales, procedimientos de siembra y desinfección, viabilidad, fotoperíodo, suplementos hormonales, y efecto de la temperatura

entre otros. Los tiempos de germinación de esporas verdes varían entre 1-3 días y el de las esporas no clorofílicas entre 8-11 días.

Además de México otros países se han visto amenazados por la pérdida de especies endémicas del helecho, tal es el caso de Colombia por lo que ha sido uno de los países que ha realizado diversos estudios acerca de la propagación in vitro. Desde 1985, se realizaron pruebas para determinar el medio óptimo de propagación in vitro en helechos de los géneros *Platyserium* y *Cyathea*. En 1994 se propone la propagación “in vitro” de *Dicksonia sellowiana* como una estrategia de conservación “ex situ”, y obtiene resultados en los procesos de germinación de las esporas y desarrollo de gametofitos. En el 2000, examinan diferentes sustratos para la propagación “in vitro” de siete especies de helechos arbóreos de Antioquia, determinando para ellas, los tiempos en los procesos de germinación y formación de prótalos y gametofitos (Giraldo y Mejía, 2002).

OBJETIVOS

General

- Establecimiento aséptico de soros de tres géneros de helechos cultivados: *Adiantum*, *Dryopteris* y *Cyrtomium* y dos géneros silvestres: *Pellaea* y *Blechnum*.

Específicos

- Cuantificar el tiempo de germinación in vitro de esporas.
- Colaborar en las actividades del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Departamento de Producción Agrícola y Animal.

METAS

Establecer un cultivo aséptico de helechos.

METODOLOGÍA UTILIZADA

- Antes de realizar el establecimiento de los helechos, se elaboró medio de cultivo de agar, sales de Murashige y Skoog y reguladores de crecimiento.
- Se esterilizó 1 litro de agua, en un frasco de vidrio, por 20 minutos en la autoclave.
- Desinfección de explantes.

A. Se cortaron frondas a las 5 especies de helechos (**Imagen 1**).



Imagen 1 Especies de helechos.

- B. Se lavaron con jabón líquido comercial y se realizaron varios enjuagues con agua (**Imagen 2**).



Imagen 2 Enjuague de hojas de helechos

- C. Dentro del cuarto de siembra, en la campana de flujo laminar, previamente limpiada, se desinfectaron las hojas de las 5 especies adecuadamente, con alcohol, a una concentración de 70% durante 30 segundos y cloro al 30% por 10 minutos. Una vez desinfectadas las hojas se enjuagan varias veces con agua previamente esterilizada. (**Imagen 3**).



Imagen 3 Desinfección

- D. Se realizó la siembra, de soros, en medio estéril de sales minerales y reguladores de crecimiento en frascos de vidrio tipo gerber (**Imagen 4**).
- E. Se sellaron los frascos con envoltura de plástico, posteriormente los cultivos se incubaron bajo una temperatura de 25°C con 16/8 h luz /oscuridad (**Imagen 5 y 6**).



Imagen 4 Soros de las especies Cyrtomiun (A), Adiantum (B), Pellaea (C).



Imagen 5 Siembra de soros y sellado.



Imagen 6 Incubación, de los soros, en condiciones óptimas de luz y temperatura, para el desarrollo de las especies Adiantum, Dryopteris, Cyrtomium, Pellaea y Blechnum.

- F. Las variables que se evaluaron fueron: el **porcentaje de germinación**, en el que se observaron los soros sembrados en cada frasco, **brotación de gametofitos, esporofitos y raíz, contaminación por hongos y/o bacterias.**
- G. Se analizaron los datos de manera cualitativa y cuantitativa.

ACTIVIDADES REALIZADAS

- ✓ Elaboración de medios para el establecimiento y la multiplicación de: *Dionaea* y *Drosera*, pata de elefante y varias especies de cactus.
- ✓ Mantenimiento a las especies antes mencionadas.
- ✓ Limpieza y esterilización de material de laboratorio
- ✓ Establecimiento de las especies de helechos mencionadas

- ✓ Toma de datos de las especies de helechos

OBJETIVOS Y METAS REALIZADAS

Objetivo general

- ✓ Se logro el establecimiento aséptico de *Adiantum*, *Dryopteris*, *Cyrtomium*, *Pellaea* y *Blechnum*.

Objetivos específicos

- ✓ Se cuantificó el tiempo de brotación in vitro de helechos.
- ✓ Se colaboró en las actividades del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Departamento de Producción Agrícola y Animal.

Metas

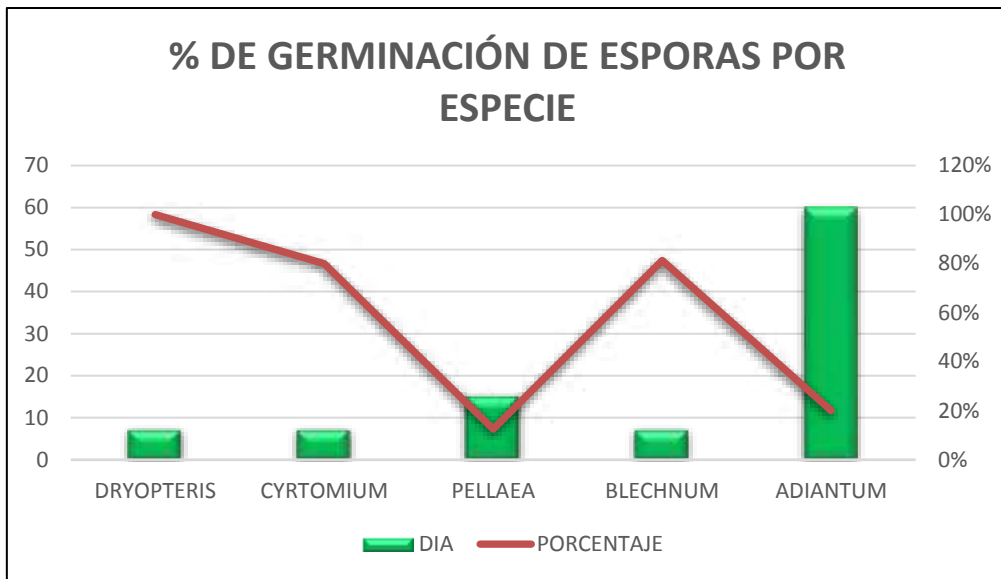
- ✓ Se estableció un cultivo aséptico de helechos

RESULTADOS

Después de la siembra las esporas comenzaron su germinación entre 7 y 15 días después de la siembra, en los géneros *Dryopteris* (A), *Cyrtomium* (B), *Pellaea* (C) y *Blechnum* (D), alcanzando en promedio un 100, 80, 12.5 y 81.25% de germinación, respectivamente. En el género *Adiantum* (E) únicamente se obtuvo un 20% de germinación 60 días después de la siembra (Imagen 7) (Gráfica 1).

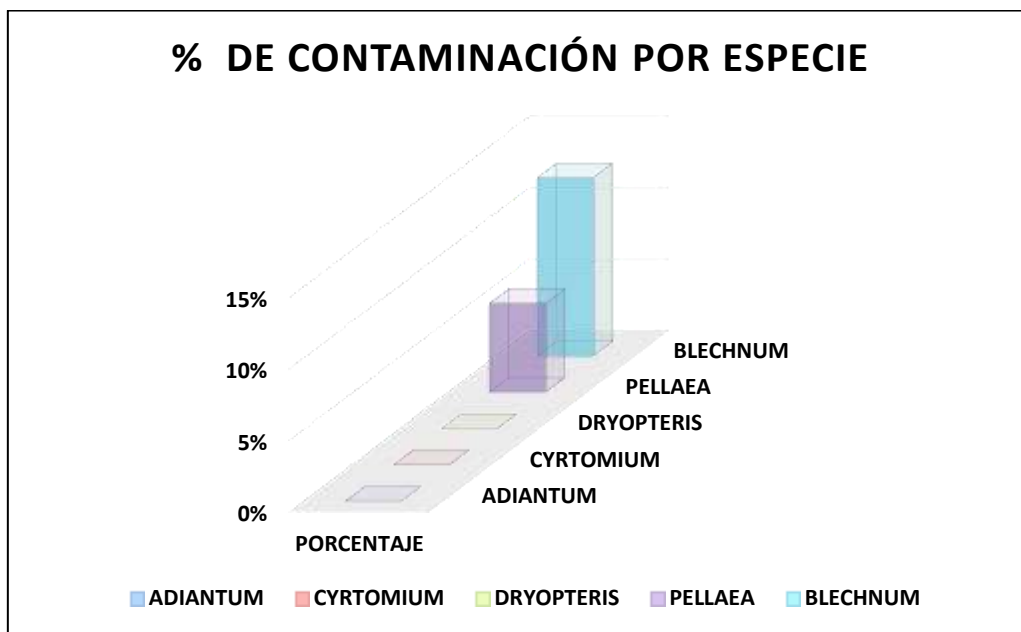


Imagen 7 Esporas germinadas.



Gráfica 1 Porcentaje de germinación de *Dryopteris*, *Cyrtomium*, *Pellaea*, *Blechnum* y *Adiantum*, por día a partir de su siembra.

En los géneros *Adiantum*, *Cyrtomium* y *Dryopteris* no se presentó contaminación de ningún tipo, sin embargo, *Pellaea* con el 6.2% y *Blechnum* el 12.5% de los cultivos, se contaminaron por hongos. (Gráfica 2).

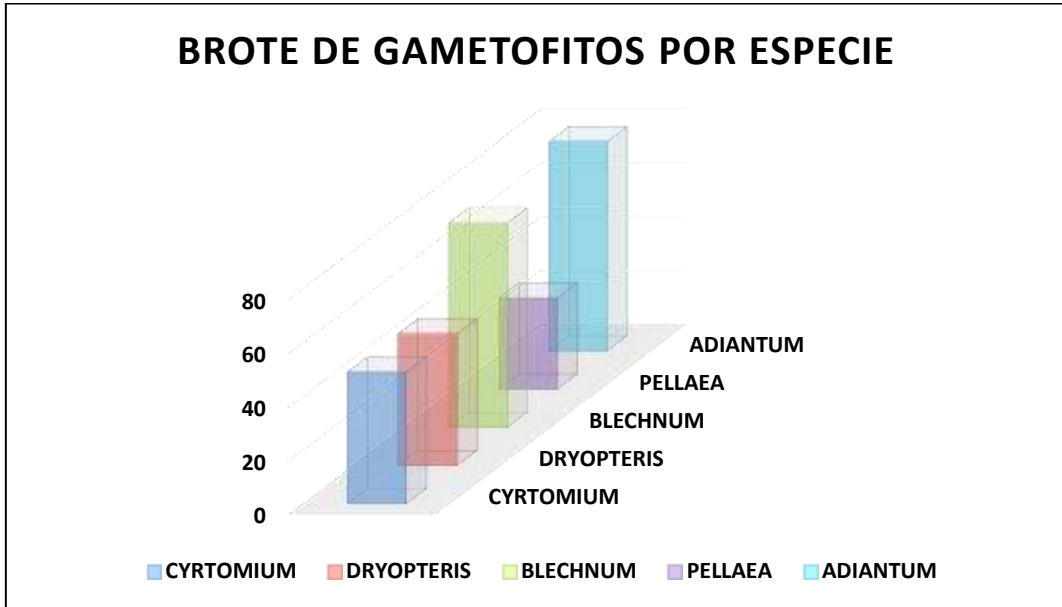


Gráfica 2 Porcentaje de contaminación por hongos de *Adiantum*, *Cyrtomium*, *Dryopteris*, *Pellaea* y *Blechnum*.

Las especies *Cyrtomium* (A) y *Dryopteris* (B), iniciaron la brotación de gametofitos a los 49 días después de la siembra, *Blechnum* (C) a los 76 días y *Pellaea* (D) a los 34 días, *Adiantum* (E) después de 78 días (Imagen 8) (Gráfica 3).



Imagen 8 Brote de gametofitos en helechos.



Gráfica 3 Brote de gametofitos en *Cyrtomium* y *Dryopteris* a 49 días de la siembra de esporas, *Blechnum* a 76 días, *Pellaea* 34 días y *Adiantum* a los 78 días.

La brotación de los esporofitos se inició solo en las especies de *Pellaea* (A), *Dryopteris* (B), *Cyrtomium* (C) y *Blechnum* (D) 27 días después de haber brotado los gametofitos (Imagen 9) (Gráfica 4).

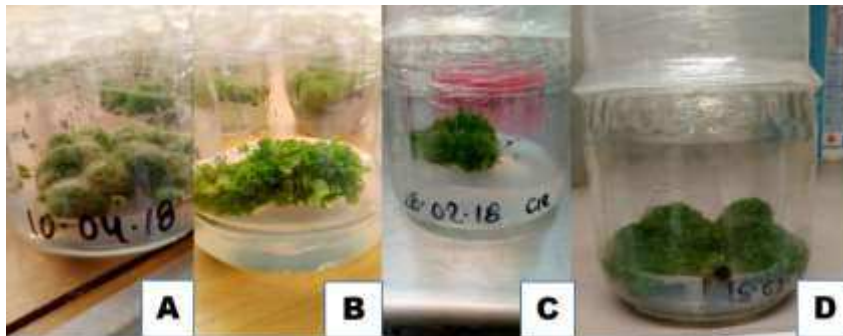
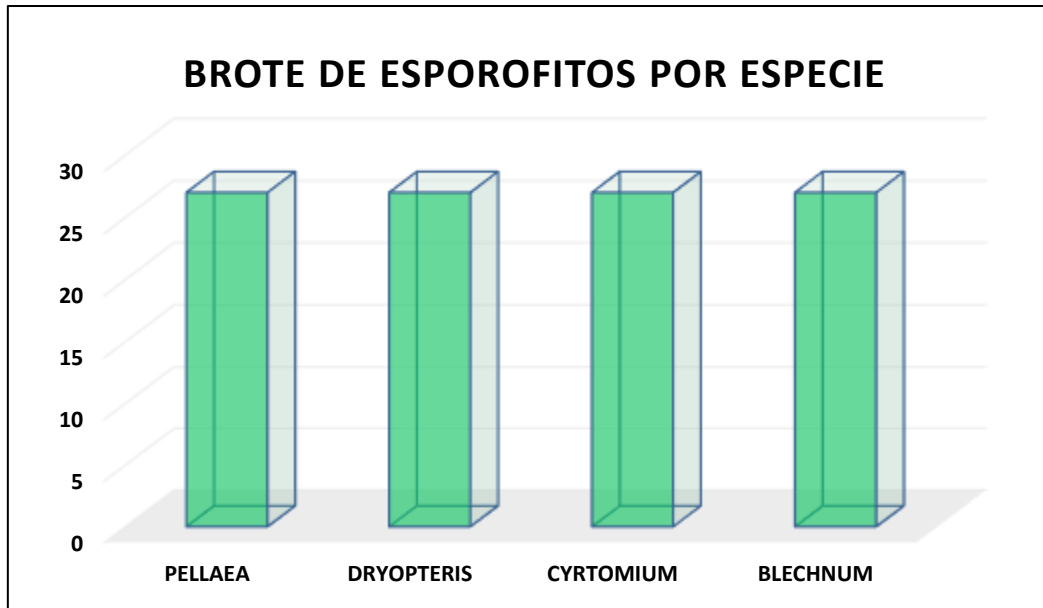


Imagen 9 Brote de esporofitos.



Gráfica 4 Brote de esporofitos, en *Pellaea*, *Dryopteris*, *Cyrtomium* y *Blechnum*, 27 días después de la aparición de gametofitos.

Finalmente se registró el brote de la raíz 12 días después de la aparición de esporofitos. En los géneros *Pellaea* (A), *Cyrtomium* (B) y *Dryopteris* (C) (Imagen 10) (Gráfica 5).

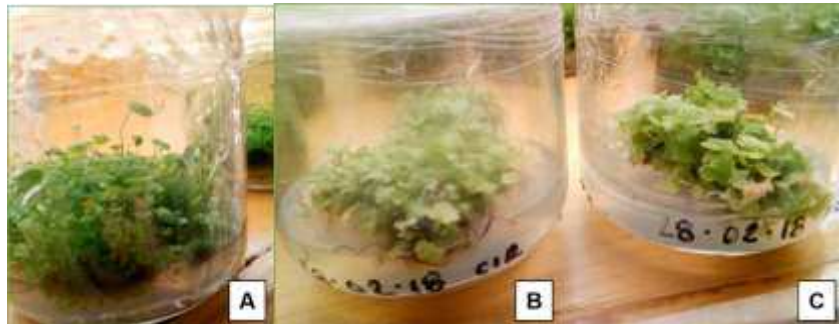
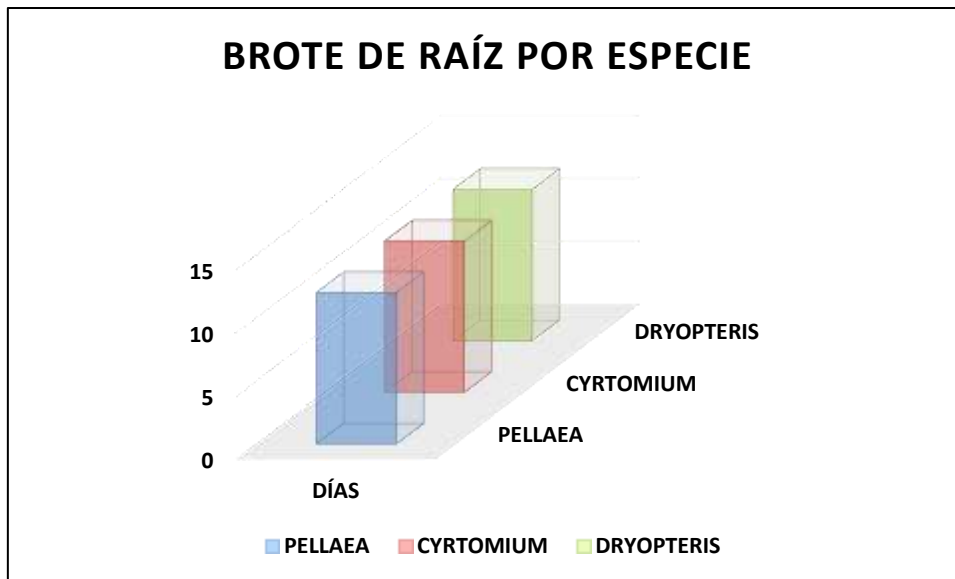


Imagen 10 Brote de raíz



Gráfica 5 Brote de raíz en las especies *Pellaea*, *Cyrtomium* y *Dryopteris*, 12 días después de haber brotado los esporofitos.

DISCUSIÓN

Actualmente se han hechos estudios acerca de los helechos y su importancia no solo ornamental, también para mantener un equilibrio en la biodiversidad de los ecosistemas tropicales, ya que representan entre el 13% al 22% de las floras locales, en particular en zonas montañosas. Los helechos Son grupos cosmopolitas que se encuentran principalmente en zonas de media montaña, donde la humedad y temperatura templada son favorables para su supervivencia. No obstante, en las zonas de mayor altitud (por arriba de 2 600 m) y en las zonas bajas (a menos de 500 m), la diversidad de especies decrece hasta un 90%. Una gran cantidad de especies de helechos son sensibles a los cambios en el microclima que provoca el disturbio antropogénico: por ejemplo, el aumento de la temperatura y la disminución de la humedad del bosque, lo que es alarmante por la abrupta reducción de la vegetación original (F. Barrios-Morales et al., 2019).

Tomando en cuenta los beneficios que los helechos aportan a los ecosistemas tropicales y el interés que hay dentro del ámbito ornamental, es una importante la reproducción y conservación de ellos, ya sea utilizando métodos de siembra con sustratos o in vitro, incluso se han realizado estudios con la combinación de ambos métodos.

En España, por ejemplo, desarrollaron una técnica sencilla para obtener un elevado número de ejemplares de helechos, que conlleve una reducción de costes, del material de laboratorio empleado y del tiempo necesario para la obtención de planta adulta respecto al cultivo in vitro. La selección de especies se hizo en base al interés por la recuperación de especies autóctonas de helechos en peligro o amenazadas y para mejorar la producción de las especies más comerciales. Se seleccionaron *Cyathea cooperi*, *C. tsangii* y *C. contaminans*, helechos foráneos de porte arbóreo; *Pteris incompleta*,

considerada especie amenazada en su área de distribución natural; y *P. cretica* y *Asplenium nidus*, dos de los helechos más comercializados como planta ornamental. Se usaron tres sustratos: S1, mezcla de turba (pH 5,5-6) y perlita 1:1; S2, turba (pH 4) y perlita 1:1; y S3, arena. Para cada especie y cada tipo de sustrato, las esporas se sembraron en superficie en 10 recipientes de poliestireno de 0,25 L, con tapa transparente, que ayudó a preservar la humedad necesaria para la fecundación, y con agujeros de drenaje en la base, para facilitar el riego por la parte inferior, evitando la dispersión o enterramiento de esporas, así como el encharcamiento. Una vez realizada la siembra, los recipientes fueron colocados en una cámara de cultivo con temperatura de 20-23 °C, humedad relativa de 75-80% y fotoperiodo con 16 horas de luz. Durante esta fase se aplicó cada 15 días una solución nutritiva para la propagación de helechos mediante técnicas de cultivo in vitro. Los helechos completaron su ciclo (germinación de esporas, formación de prótalos o gametofitos, y finalmente de esporofitos) en dos o tres meses, más del 90% de los esporofitos transplantados a maceta se aclimataron satisfactoriamente, alcanzando 15 cm de altura entre 6 y 7 meses después de la siembra (A. Barros et al., 2008).

Los métodos de reproducción de los helechos, tienden a variar en cuanto al tiempo de crecimiento, puede ser de la mitad de tiempo si se reproducen en sustratos, como se menciona en (A. Barros et al., 2008) a diferencia del in vitro, método que se utilizó en este ensayo, pues solo 3 de las 5 especies lograron desarrollar raíz, en el lapso 6 meses, que se registró el proceso de crecimiento. El objetivo de ambas técnicas es obtener plantas sanas y conservar las especies.

CONCLUSIÓN

De los 5 géneros con los cuales se realizó el ensayo, *Dryopteris*, *Cyrtomium*, *Pellaea* y *Blechnum*, germinaron entre los 7 y 15 después de la siembra, siendo *Adiantum* el único género que más tarde en su ciclo de reproducción, iniciando germinación a los 60 días, después de la siembra de soros.

Todos los géneros se establecieron en un medio aséptico y en las condiciones adecuadas de luz y temperatura, para su desarrollo. En los géneros de *Adiantum*, *Cyrtomium* y *Dryopteris* no se registró ningún tipo de contaminación por hongos o bacterias, sin embargo, en *Pellaea* y *Blechnum* se registró un 6.2% y 12.5% respectivamente, de contaminación por hongos.

Los gametofitos iniciaron su brotación en las especies, *Cyrtomium* y *Dryopteris* 49 días después de la siembra de soros, *Blechnum* a los 76, *Pellaea* 34, *Adiantum* 78 días después de la siembra. En cuanto a la aparición de esporofitos solo se registro en las especies *Pellaea*, *Dryopteris*, *Cyrtomium* y *Blechnum*, 27 días después de que brotaron los gametofitos. *Adiantum* fue la especie que se desarrollo más lento comparada con las otras cuatro especies, por lo que su registro de crecimiento solo llego a los gametofitos, no se logró llegar a ver el brote de esporofitos, en el tiempo que se recolectaron los datos de este ensayo.

Las especies que lograron desarrollar más estructuras fueron *Pellaea*, *Cyrtomium* y *Dryopteris*, ya que se registró la aparición de raíces 12 días después de que se desarrollaron los esporofitos.

BIBLIOGRAFIA

- A. Barros, C. Salinero, P. Vela y M.J. Sainz, Método rápido para la propagación de helechos ornamentales, Actas de Horticultura n° 52. Innovación y futuro en la jardinería, Simposio Iberoamericano- IV Jornadas Ibéricas de Horticultura Ornamental, Pontevedra (España), 2008 [Consultado el 10 de junio de 2019] Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/267300933 Metodo rapido para la a propagacion de helechos ornamentales](https://www.researchgate.net/publication/267300933_Metodo_rapido_para_la_propagacion_de_helechos_ornamentales)
- F. Barrios-Morales, J.L. Alanís-Méndez, C.I. Carvajal-Hernández, Diversidad de helechos y licopodios en el área privada de conservación Talhpan, Papantla, Veracruz, México, en Polibotánica no.47 México ene./jun. 2019 [Consultado el 10 de junio de 2019] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-27682019000100001&script=sci_arttext#B21
- Galindo L. Carlos, Cárdenas Laura, Ramírez Jacinta, Rivas Susana, Domínguez Noe, Torres B. Elizabeth, Arreola A. Roberto, Domínguez G. Isaí, 2012, Helechos, cola de caballo o carricillo, doradilla (*Pteridophyta*), Biodiversidad mexicana, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [Consultado el 03 de marzo de 2015] Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/helechos/hel echos.html
- Godoy L. B., Díaz E., Chea Annarella, Torres A. 2005. Efecto de los reguladores del crecimiento en la multiplicación In Vitro de *Mentha piperita* y *Mentha citrata*, en Revista Cultivos tropicales, Vol. 26, núm. 1 [Consultado el 23 de febrero de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215916012.pdf>
- Giraldo G. Fernando, Mejía P. Sergio, 2002, Propagación de helechos arbóreos a partir de esporas (*Cyantheaceae*, *Dicksoniaceae* y *Blechnaceae*) [Consultado el 10 de febrero de 2016] Disponible en: http://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/FLORA/AIRNR_CN_3099_2001_2.pdf
- Gómez Ll. José A., Páez de C. Josefina, 2013, Obtención de gametófitos y esporófitos del helecho cacho de venado (*Platyserium bifurcatum* (Cav.) C. Chr.) a partir de esporas [Consultado el 03 de marzo de 2015] Disponible en: 190.169.94.12/ojs/index.php/rev_erns/article/download/5172/4980
- Sánchez-Montiel Lucía, Arreguín-Sánchez María de la Luz, Fernández-Nava Rafael, Gametofitos y esporofitos jóvenes de dos pteridofitas: *Asplenium monanthes* L. (*Aspleniaceae-Pteridophyta*) y *Elaphoglossum minutum* (Pohl ex Fée) T. Moore (*Lomariopsidaceae-Pteridophyta*), en Polibotánica no.25 México jun. 2008 [Consultado el 10 de junio de 2019] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682008000100004
- Pérez García, Blanca y Reyes Jaramillo, Irma, 1993, Helechos: propagación y conservación. *Ciencias*, núm. 30, abril-junio, pp. 10-17 [Consultado el 10 de junio de 2019] Disponible en: <https://www.revistaciencias.unam.mx/pt/180-revistas/revista-ciencias-30/1671-helechos-propagaci%C3%B3n-y-conservaci%C3%B3n.html>

- Tejero-Diez Daniel, Torres-Diaz Alin, Mickel John, Mehlreter Klaus, Krömer Thorsten, 2011, Helechos y lycopodios, La Biodiversidad en Veracruz, estudio de estado, Volumen II [Consultado el 10 de junio de 2019] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/259310756_Helechos_y_licopodios
- Velázquez M. Ernesto, Aguirre H. Eva, Los helechos como plantas ornamentales en Revista Ciencia, julio-septiembre 2015 [Consultado el 23 de febrero de 2015] Disponible en: http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Helechos.pdf
- Xolalpa C. Luis A., Producción y comercialización de helechos ornamentales en el Distrito Federal y el estado de Morelos , 2012, Informe de Servicio Social (Licenciatura en Agronomía) UAM, Unidad Xochimilco, División Ciencias Biológicas y de la Salud [Consultado el 10 de enero de 2019] Disponible en: <http://148.206.107.11/F/YYFC5CC8V83LMQ5NNG2SVJKX8S1P3NH65HT8JEBL8EITK5YGCD-22396?func=full-set-set&set number=007684&set entry=000005&format=999>