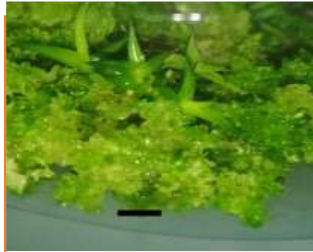


Facultad



Créditos: 6

2026/2026

Fisiología y genética

Turno. Lab. Vespertino

Máxi. estudiantes: 12

Semestres: 7, 8 y 9



SEMESTRAL

Nombre de la Optativa: Propagación de Plantas en Peligro de Extinción

Profesor que la imparte: Dr. Alejandro Martínez Palacios

HORARIO

TEORIA:	Lunes de 15:00 a 18:00	LUGAR :	Edi. R o IIAF
PRÁCTICA:	Martes de 15:00 a 18:00	LUGAR :	IIAF-La Posta
CAMPO ACUMULATIVAS :	Sábado, día por definir, de 8 a 14 h		
LUGAR:	Arrollo Colorado, Morelia Mich.		

OBJETIVO: Propagar orquídeas, cactus, agaves, etc. de la NOM 059 por diversas vías (germinación, cultivo de tejidos, etc.)

REQUISITOS: Ser del área de botánica

La capacitación puede ser usada para proyectos de rescate de especies en peligro de extinción y para manejos en UMAS. El alumno debe ser de formación botánica y fisiología vegetal. No animal.



U.M.S.N.H

RESUMEN CURRICULAR
ALEJANDRO MARTÍNEZ PALACIOS

Adscripción: Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, UMSNH.

Área Forestal no maderable; Laboratorio y campus: Biotecnología y Genética Forestal, Campus La Posta.

Grado Académico: Doctorado. Profesor-Investigador Titular C, SNI I.

Formación: Licenciatura: Biólogo, Maestría en Ciencias (Biología) y Doctorado en Ciencias (Biología) en la UNAM.

Artículos relevantes en el tema:

- * Rubluo, A., Chavez, V., & **Martínez, 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.
- * **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.
- * 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.**, R. Cárdenas Navarro, D.B. Hernández Ortega y V. Chávez. 2016. Micropropagation of *Turbinicarpus 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.
- * 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 Fitotecnica Mexicana*, 45(4), 475-475.
- * **Martínez-Palacios A.**, Morales-García J.L. y Guillén-Rodríguez S. (2015). Aspectos sobre el Manejo y Conservación de Agaves Mezcaleros en Michoacán. U.M.S.N.H – SAGARPA- CECTI (Ed.). ISBN: 978-607-811-643-0. LIBRO.
- * 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.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO FACULTAD DE BIOLOGÍA

PROGRAMA DE LA MATERIA DE MÉTODOS DE APRENDIZAJE E INVESTIGACIÓN

Datos generales:

Semestre: Primer

Área académica: Fisiología y genética

Carga horaria: 6 horas por semana (Teoría 3, laboratorio 3), (campo 1 salida 8 h.)

Número de semanas del semestre: 16

Número de créditos: 6

Fecha de elaboración: abril de 2024

Participantes en la elaboración: Dr. Nahum M. Sánchez Vargas

Fecha de la última revisión: agosto de 2024

Participantes en la última revisión: Dr. Nahum Sánchez Vargas

Profesores que imparten la materia: Dr. Alejandro Martínez Palacios (Teoría y Laboratorio);

Maestra Alejandra Valdovinos Ramírez y Maestro Daniel García Castillo (Laboratorio).

Correlación directa con otras materias: Fisiología Vegetal; ecología, botánica.

Perfil profesional del profesor: Doctorado en Ciencias (Biología)

Introducción (máximo media cuartilla)

México es considerado un país megadiverso, en plantas vasculares se estiman unas 30 mil especies que representa el 12% de la flora mundial. Esta diversidad está siendo destruida a tasas alarmantes; en lo referente a los bosques tropicales alcanza 17 millones ha/año, para el caso de nuestro país la deforestación se ha estimado a razón de una hectárea por minuto. Este fenómeno se repite en diversas regiones geográficas y de continuar con ésta acción destructiva, para el año 2100 habrán desaparecido los bosques tropicales del planeta. Para el caso de muchas especies de cactáceas, orquídeas, agaves, etc., que registran alta demanda ornamental a nivel mundial, el saqueo de plantas silvestres, de distribución restringida, aunado a la falta de sistemas eficientes de propagación que puedan permitir abastecer la demanda comercial, ocasionan que se consideren en grave riesgo de extinción (CITES 2023; NOM-059, 2010).

El adecuar sistemas de conservación y propagación por cultivo de tejidos y semilla, puede ser de gran utilidad para propagar un sinnúmero de especies, además, los sistemas de micropropagación se presentan como una alternativa cuando la clonación es una de las vías en la multiplicación de planta. Mediante las diversas técnicas abordadas, el alumno tendrá el conocimiento para aplicarlas en su trabajo de investigación o de llevar a la práctica la propagación para fines comerciales o de conservación.

Objetivo general

Motivar e incentivar el aprendizaje de las ciencias en fisiología vegetal en las áreas propagación y conservación con métodos y técnicas de estudio adecuados con fines de rescate de especies en peligro de extinción.

Contenido

Presentación del curso (64 horas (32 de teoría, 32 de laboratorio y 6 horas de campo)

Unidad 1. Generalidades (4 h)

Objetivo: Determinar los factores que ponen en riesgo de extinción a una especie vegetal.

- 1.1. Introducción al curso
- 1.2. Factores que ponen en riesgo de extinción
- 1.3. Grado de amenaza de acuerdo a la distribución y densidad

Unidad 2. Morfología y anatomía de las estructuras reproductivas (6 horas)

Objetivo: Conocer las diferentes vías de propagación de plantas

- 2.1 Meristemos primarios
- 2.2 Meristemos secundarios
- 2.3 Células y tejidos somáticos, células meristemáticas fuera de los meristemos
- 2.4 Semillas (conservación, latencia, viabilidad, germinación, etc.)
- 2.5. Tejidos reproductivos (bulbos, tubérculos, rizomas, etc.)

Unidad 3. Propagación

Objetivo: Conocer las diferentes vías de propagación de plantas.

- 3.1. HISTORIA
 - 3.1.1. Aspectos generales de la propagación tradicional.
 - 3.1.2. La agricultura.
 - 3.1.3. La floricultura
 - 3.1.4. Otros sistemas de propagación.
 - 3.1.5. Papel de los reguladores del crecimiento
- 3.2. VIA SEXUAL
 - 3.2.1. Principios de propagación por semillas
 - 3.2.2. Técnicas para la propagación por semillas
- 3.3 VIA ASEXUAL *EX VITRO*
 - 3.3.1. Selección del explante.
 - 3.3.2. Tratamiento de explantes para la propagación vegetativa.
 - 3.3.3. Propagación por esquejes, injertos, tubérculos, etc.
 - 3.3.4. Razones de su uso con relación a otros sistemas.
 - 3.3.5. Impacto

Unidad 4. Generalidades de la vía asexual *in vitro*

Objetivo: Mostrar alternativas de que, como y cuando propagar

- 4.1 Historia del cultivo de tejidos vegetales (ctv).
- 4.2. Vías del ctv (organogénesis y embriogénesis somática)
- 4.3. Criterios para selección del explante
- 4.4. Tratamiento de explantes para la propagación vegetativa
- 4.5. Establecimiento a condiciones de invernadero (Adaptación y endurecimiento de planta)
- 4.6. Establecimiento en ambiente natural (estrés y desarrollo).
- 4.7. Efecto de los agroquímicos en plantas en campo, cultivos orgánicos.

- 4.8. Razones de su uso con relación a otros sistemas
- 4.9. Ventajas sobre el uso de las técnicas de ctv en relación a otras técnicas
- 4.10. Aplicación del ctv en especies amenazadas
- 4.11. Impacto del uso del ctv

Unidad 5. Aplicaciones de la propagación en la conservación y sustentabilidad (6 horas).

Objetivo: Analizar artículos exitosos en propagación con fines de reintroducción y restablecimiento.

- 5.1. Aspectos generales de conservación y sustentabilidad.
- 5.2. Ejemplos de sustentabilidad y rescate de especies en peligro de extinción
- 5.3. Factores a tomar en cuenta en sustentabilidad y rescate de poblaciones
- 5.4. Preservación (baja humedad y baja temperatura en semillas, células, embriones, etc.

Además, cada unidad deberá contar con la planeación, por clase, por semana, por mes, dependiendo de los temas y de los acuerdos que se tomen en reunión de materia. Sin embargo, no es necesario que lo anexen a este programa.

Metodología y desarrollo general del curso (Se usaran diapositivas con ejemplos para hacerla mas ilustrativo, se expondrán artículos y se discutirán en clases. Las practicas se harán en equipos y dependiendo del tiempo que se requiera, en caso de ser muy extensos, cada equipo hará una parte y al final se expondrá brevemente de manera secuencial)

PRÁCTICAS DE LABORATORIO (listar todas las prácticas que se realizarán en el semestre, en caso de no tenerlas anotar NO APLICA)

Práctica 1.- Manejo de equipo de laboratorio

Práctica 2.- Cálculos y preparación de soluciones concentradas

Práctica 3.- Preparación de medios de cultivo

Práctica 4.- Desinfección y cultivo de explantes

Práctica 5.- Subcultivos de tejidos in vitro

Práctica 6.- Desinfección de semillas y siembra in vitro: orquídeas, agaves y cactus

Práctica 7.- Desinfección de tejidos vegetales y siembra in vitro

Práctica 8. Cultivos en medios líquidos con agitación orbital

Práctica 9.- Endurecimiento de plantas en el trasplante de in vitro a invernadero

Práctica 10 Manejo de plantas a nivel de invernadero

SALIDAS DE CAMPO (Cuando aplique anotar la información de campo correspondiente, incluir lugar y fecha de cada sección)

Sección	Lugar de salida de campo	Fecha de la salida
¿?	Arrollo Colorado	Sábado 22 de marzo

CONFERENCIAS (si aplica)

Título de la conferencia	Nombre del Ponente	Fecha	Modalidad (en línea/ presencial)
Crioconservación de semillas de orquídeas	M.C. Erandeni Durán Mendoza	6 de abril 2026	Presencial
Micropropagación de Agaves	M.C. Alejandra Valdovinos	20 de abril 2026	Presencial

EVALUACIÓN

Los profesores de la materia deberán acordar la evaluación del curso por consenso:

Evaluación diagnóstica. – Se realiza previo al desarrollo del curso y tiene como objetivo determinar fortalezas y limitaciones de los estudiantes (sin calificación).

Evaluación formativa. - Se realiza como parte del proceso enseñanza-aprendizaje (asignaciones, actividades en clase).

Evaluación sumativa. - es la evaluación final (ordinaria), al término de un proceso instruccional, valora resultados.

- Se requiere la asistencia a clases que pide el reglamento general de exámenes de la UMSNH para tener derecho a la evaluación final. En caso de que el alumno repruebe (5 o menos) el alumno tendrá derecho a examen extraordinario bajo los lineamientos del dicho reglamento.

BIBLIOGRAFÍA (en orden alfabético por apellido del primer autor)

Literatura básica:

- Davis T.D., Haissig B.E. y N. Sankhala. 1999. Adventitious Root Formation in Cutting (Advances in plant Sciences series. Vol. 2). Dioscorides Press. Potland, Oregon.
- Dixon R.A. 1987. Plant Cell Culture, a practical approach. IRL Press, Oxford Washington.
- Ecker L. 1989. Long term maintenance of desert diversity: rare plant reintroductions. *Agave* 3:6-8.
- Frankel O.H. y M.E. Soulé. 1981. Conservation and evolution. Cambridge Univ. Press. London. 327 pp.
- George EF (1993) Plant Propagation by Tissue Culture. 1. The Technology. Exegetics Ltd. England
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2008). Plant propagation by tissue culture 3rd Edition. *The Netherlands, The Back Ground Springer*, 65-175.
- Hartmann H.T. y D.E. Kester. 1999. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Editorial Continental. México.
- Margara J. 1988. Multiplicación vegetativa y cultivo *in vitro*, los meristemos y la organogénesis. Editorial Mundi-Prensa, Madrid. 232 pp.
- Mistretta O. 1994. Genetics of species re-introductions: applications of genetic analysis. *Biodiversity and Conservation*, 3:184-190.
- Multon J.L. 1988. Preservation and Storage of Grains, seeds and Their by products. Lavosier. New York. 1095 pp.
- Pavlik B.M., DL. Nickrent y A.M. Howald. 1993. The recovery of an endangered plant. I. Creating a new population of *Amsinckia grandiflora*. *Conservation Biology* 7:510-526.
- Raven P.H. 1976. Ethics and Attitudes in Conservation of Threatened Plants, NATO Conference Series, 1 Ecology 1:155-180. Plenum Press, New York.
- Salisbury F.B. y C.W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 759 pp.
- Wochok Z.S. 1981. The role of tissue culture in preserving threatened and endangered plant species. *Biological Conservation* 20:83-89.

Diversos artículos de propagación y conservación de especies en peligro de extinción a revisar:

- 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.
- Golubov J., M.C. Mandujano, S. Arizaga, **A. Martínez-Palacios** y P. Koleff. 2007. Inventarios y conservación de Agavaceae y Nolinaceae. Páginas: 133-152, en: P. Colunga Garcia-Marin, A. Laarue Saavedra, L. E. Eguiarte, D. Zizumbo-Virreale (Eds.), En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. CICY-CONACYT-CONABIO-SEMARNAT-INE. México. ISBN 9789686532180.
- Guillén, S. **A. Martínez-Palacios**, H. Martínez y J.G. Martínez-Avalos. 2015. Organogénesis y embriogénesis somática de *Beaucarnea inermis* (Asparagaceae), una especie amenazada del noreste de México. *Botanical Science*. 93(2):1-10.
- 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 Fitotecnica 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.**, R. Cárdenas Navarro, D.B. Hernández Ortega y V. Chávez. 2016.

- Micropropagation of *Turbinicarpus valdezianus* (Möeller) Glass & Foster (Cactaceae). HortScience. 51(1):1-4.
- Hernández-Muñoz, Selene; Pedraza-Santos, M. Elena; López, P. Antonio; De La Cruz Torres, Eulogio; Fernández-Pavía, S. Patricia; **Martínez-Palacios, Alejandro**; Martínez-Trujillo, Miguel. (2017). DETERMINACIÓN DE LA DL 50 Y GR 50 CON RAYOS GAMMA (60 Co) EN PROTOCORMOS DE *Laelia autumnalis* *in vitro* Agrociencia, 51(5): 507-524.
- 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.**, J.L. Morales-García y S. Guillén Rodríguez. 2015. Aspectos sobre el Manejo y Conservación de Agaves Mezcaleros en Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo – Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación. 176 pp.
- Martínez-Palacios A.**, C. Prat and E. Ríos Patrón. 2015. Land reclamation by agave forestry with native species in the mountains of Michoacán state. Pags: 97-99. In: Understanding Mountain Soils. A contribution from mountain areas to the International Year of Soils 2015. Romeo, R., Vita, A., Manuelli, S., Zanini, E., Freppaz, M. & Stanchi, S. (eds.).FAO, Rome, Italy.
- Martínez-Palacios A.**, R. Cárdenas Navarro, D.B. Hernández Ortega y V. Chávez. 2016. Micropropagation of *Turbinicarpus valdezianus* (Möeller) Glass & Foster (Cactaceae). HortScience. 51(1):1-4.
- Ortega-Larrocea M.P., **A. Martínez-Palacios**, V. M. Chávez Ávila. 2009. Conservación y propagación de orquídeas. Páginas: 483-495, en Antonio Lot y Zenón Cano-Santana (Eds.), Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México, México. ISBN 978-970-32-5323-4
- Prat, C. & **A. Martínez-Palacios**. 2012. Land reclamation by Agave forestry with native species. In Schwilch, G., Hessel, R. and Verzandvoort, S. (Eds). 2012. Desire for Greener Land. Options for Sustainable Land Management in Drylands. Bern, Switzerland, and Wageningen, The Netherlands: University of Bern - CDE, Alterra - Wageningen UR, ISRIC - World Soil Information and CTA - Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation. ISBN: 9789461733290. Francia. 161-164.
- Prat, C., **Martínez-Palacios A.** and Ríos-Patrón E. (2017). Restauration de sols volcaniques dégradés de l'altiplano mexicain par plantation d'agaves, d'herbes et d'arbres. Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens Contribution à l'agroécologie. Éric Roose (ed.), IRD Editions, 2017. ISBN: 978-2-7099-2277-7.
- 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., V. Chávez, **A. Martínez-Palacios**. 1989. *In vitro* seed germination and re-introduction of *Bletia urbana* (Orchidaceae) in its natural habitat. *Lindleyana*, 4:68-73.
- Rubluo A., V. Chávez, **A. Martínez-Palacios** y O. Martínez-Vázquez. 1993. Strategies for the recovery of endangered orchids and cacti through *in vitro* culture. *Biological Conservation*, 63:163-169.
- Violeta Tovar Rocha, Patricia Delgado Valerio, **Alejandro Martínez Palacios**, Julio C Tovar Rocha, José López Medina, María del Carmen Rocha Granados. 2016. Embriogénesis somática en madroño (*Arbutus xalapensis*). BOSQUE 37(3): 519-525.
- 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.

PROPUESTA DE CALENDARIO DE ACTIVIDADES

SEMANA 1 (2 al 6 de febrero)	SEMANA 2 (9 al 13 de febrero)
TEMA 1	(TEMA 1)
SEMANA 3 (16 al 20 de febrero)	SEMANA 4 (21 al 27 de febrero)
(TEMA 2)	(TEMA 2)
SEMANA 5 (2 al 6 de marzo)	SEMANA 6 (9 al 13 de marzo)
(TEMA 2)	(TEMA 2 Y 3)
SEMANA 7 (16 al 20 de marzo)	SEMANA 8 (23 al 27 de marzo)
(TEMA 3)	(TEMA 3)
SEMANA 9 (30 de marzo al 3 de abril)	SEMANA 10 (6 al 10 de abril)
(TEMA 3)	(TEMA 4)
SEMANA 11 (13 al 17 de abril)	SEMANA 12 (20 al 24 de abril)
(TEMA 4)	(TEMA 4)
SEMANA 13 (27 de abril al 1 de mayo)	SEMANA 14 (4 al 8 de mayo)
(TEMA 4)	(TEMA 5)
SEMANA 15 (11 al 15 de mayo)	SEMANA 16 (18 al 22 de mayo)
(TEMA 5)	(TEMA 5)