



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS				
Denominación de la actividad académica (completa): Temas selectos de Fisiología Vegetal: Anatomía, Nutrición, Fotosíntesis, Transporte y Metabolismo secundario				
Clave: (no llenar)	Semestre: 2025-1	Campo de conocimiento: FISIOLOGÍA VEGETAL	Número de Créditos: 8	
Carácter OPTATIVA	Horas		Horas por semana	Horas por semestre
	Teóricas	Prácticas	4 HORAS	64 HORAS
	64			
Modalidad CURSO		Duración del curso SEMESTRAL		
Seriación indicativa u obligatoria antecedente, si es el caso: NA (en su caso, se anota la actividad académica antecedente con la que tiene seriación. Nota: En caso de haber seriación se debe anexar la argumentación de ello)				
Seriación indicativa u obligatoria subsecuente, si es el caso: NA (en su caso, se anota la actividad académica subsecuente con la que tiene seriación. Nota: En caso de haber seriación se debe anexar la argumentación de ello)				
Objetivo general: Profundizar y actualizar el conocimiento de la fisiología vegetal, en temas particulares como la anatomía, organogénesis, nutrición, microorganismos del suelo, el proceso de la fotosíntesis, transporte a corta y larga distancia y en metabolismo secundario.				
Temario			Horas	
			Teóricas	Prácticas
Unidad 1			14 horas	NA
Aspectos generales de Anatomía Vegetal: Dr. Ulises Yunuén Rosas López				
1.1 Tejidos vegetales: Tejidos meristemáticos. Génesis del tallo y la raíz primaria. Localización de meristemas en la plántula. Tipos de meristemas. Tejidos simples: Parénquima, Colénquima, esclerénquima. Tejidos complejos: Xilema y Floema. Epidermis (Peridermis).				
1.2 Organografía molecular de las plantas:				
1.3 Organogénesis y complejidad del brote				
1.4 Organogénesis y complejidad de la raíz				
1.5 Orígenes de la transición reproductiva: floración, y determinación de órganos florales.				



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

<p>Unidad 2</p> <p>Nutrición vegetal y asociaciones simbióticas: Dra. María del Rocío Cruz Ortega</p> <p>2.1 Suelo y Nutrientes: propiedades del suelo. 2.2 Concentración, disponibilidad y movimiento de los nutrientes 2.3 Macro y Micronutrientes: bioquímica de los elementos y papel fisiológico en las plantas. 2.4 Síntomas de deficiencia y toxicidad de los elementos. 2.5 Toxicidad de metales pesados en plantas 2.6 Microorganismos del suelo y asociados a plantas. Introducción a las asociaciones simbióticas con microorganismos. Bacterias promotoras del crecimiento.</p>	<p>14 horas</p>	<p>NA</p>
<p>Unidad 3</p> <p>Micorrizas y Fotosíntesis: Dra. Margarita Collazo Ortega</p> <p>3.1 Micorrizas y su importancia en la nutrición vegetal 3.2 Bioenergética y fotosíntesis. Metabolismo del carbono: Fotosíntesis C3, C4 y CAM . 3.3 Fotorrespiración. Eficiencia en el uso del agua 3.4 Factores que influyen en la fotosíntesis 3.5 Métodos para cuantificar la actividad fotosintética</p>	<p>14 horas</p>	<p>NA</p>
<p>Unidad 4</p> <p>Transporte de corta y larga distancia. Sistemas de transporte involucrados en la carga y descarga del floema de los productos de fotosíntesis y transporte de agua: Dra. Montserrat López Coria</p> <p>4.1 Transporte a corta y larga distancia: Introducción a los mecanismos de transporte en plantas. Transporte a larga distancia: Relaciones hídricas en el Continuo 4.2 Suelo Planta Atmósfera (SPAC). Transporte de agua en el floema y flujo de masas. 4.3 Transporte a corta distancia. Definición de apoplasto y simplasto. Vía apoplástica de transporte. Estructura y función de apoplasto y plasmodesmata. Vía simplástica de transporte. Componentes membranales y permeabilidad. 4.4 Transporte difusivo. Difusión pasiva y facilitada, los acarreadores (ejemplo transporte de azúcares) y canales (ejemplo transporte de agua). Sistemas de transporte activo primario. El caso de la ATPasa de H⁺ de la membrana plasmática. 4.5 Transporte activo secundario, el caso de los transportadores de azúcares Introducción a los mecanismos de transporte en plantas.</p>	<p>10 horas</p>	<p>NA</p>



Unidad 5	12 horas	NA
Metabolismo secundario: Dr. Sol Cristians Niizawa		
5.1 Rutas biosintéticas. Vías del ácido malónico, ácido mevalónico, ácido shikímico y metileritrol fosfato.		
5.2 Grupos de metabolitos secundarios. Terpenos. Compuestos fenólicos. Compuestos nitrogenados.		
5.3 Alcances del metabolismo secundario. Defensa y competencia; atracción y estimulación; estrés abiótico.		
5.4 Metabolismo secundario y defensa. Respuestas defensivas constitutivas. Respuestas defensivas inducidas.		
5.5 De las plantas a la terapéutica. Metabolitos secundarios de interés farmacológico.		
Total de horas teóricas	64	
Total de horas prácticas	NA	
Suma total de horas <i>(debe coincidir con el total de horas al semestre)</i>	64	

Bibliografía básica

1. Angulo-Bejarano, Paola I.; Puente-Rivera, Jonathan; Cruz-Ortega, Rocío. 2021. "Metal and Metalloid Toxicity in Plants: An Overview on Molecular Aspects" *Plants* 10, no. 4: 635. <https://doi.org/10.3390/plants10040635>.
2. Arvizu, L., Cruz-Ortega R., Meza-Figueroa D., Loredó-Portales R., Chavez Vergara, B, Mora, L. Molina-Freaner, F. 2020. Barriers for plant establishment in the abandoned tailings of Nacozari, Sonora, Mexico: the influence of compost addition on seedling performance and tailings properties. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09841-7>
3. Azcon-Bieto J. y Talon M. 2013. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. 2ª edición. Mc Graw-Hill. Interamericana. Madrid.
4. Beck BC. 2010. *An introduction to plant structure and development. Plant Anatomy for the Twenty-First Century*. Second Edition. Cambridge University Press.
5. Berendsen RL, Pieterse CMJ, y Bakker PAHM. 2012. "The Rhizosphere Microbiome and Plant Health." *Trends in Plant Science* 17(8): 478–86.
6. Brundrestt, MC y Tedersoo, L. 2018. Evolutionary history of mycorrhizal symbiosis and global host plant diversity. *New Phytologist*, 220 (4): 1108-1115.
7. Chaparro, JM., Sheflin, AM., Manter, DK. y Vivanco, J. 2012. "Manipulating the Soil Microbiome to Increase Soil Health and Plant Fertility." *Biology and Fertility of Soils* 48 (5): 489–99.
8. Croce, R y Van Amerongen, H. 2014. Natural strategies for photosynthetic light harvesting. *Nature Chemical Biology* 10 (7): 492-501.
9. Cronk Q. 2009. *The Molecular Organography of Plants Life of Plants*. Oxford Biology. USA.
10. De Schepper V, De Swaef T, Bauweraerts I. y Steppe K. 2013. Phloem transport: a review of mechanisms and controls. *Journal of Experimental Botany* 64 (16): 4839-4850.
11. Dusenge, ME, Duarte, AG. Y Way, D.A. 2019. Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO₂ and temperature impacts on photosynthesis and photorespiration and respiration. *New Phytologist* 221 (1): 32-49.
12. Fernie A. R., H. Bauwe, M. Eisenhut, A. Florian, D. T. Hanson, M. Hagemann, O. Keech, M. Mielewicz, Z. Nikoloski, C. Peterhänsel, S. Roje, R. Sage, S. Timm, S.von Cammerer, A. P. M. Weber & P. Westhoff. 2013. Perspectives on plant photorespiratory metabolism. *Plant Biology* 15: 748–753.
13. Hartmann, T. 2007. From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry*. doi: 10.1016/j.phytochem.2007.09.017
14. Hirsch, Penny R, y Tim H Mauchline. 2012. "Who's Who in the Plant Root Microbiome?" *Nature*



- Biotechnology 30 (10). Nature Publishing Group: 961–62.
15. Jones R, Ougham H, Thomas H, Waaland S. 2013. *The Molecular Life of Plants*. Wiley-Blackwell, American Society of Plant Biologist. USA.
 16. Laisk, A, Oja, V., Eichelmann, H. y Dall'Osto, L. 2014. Action spectra of photosystems II and I and quantum yield of photosynthesis in leaves in State I. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics*, 1837 (2): 315-325.
 17. Márquez-Guzmán J., Collazo-Ortega M., Martínez-Gordillo M., Orozco-Segovia A., Vázquez-Santana S. (Eds.). 2013. *Biología de Angiospermas*. Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México
 18. Marschner P. 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Third edition. Academic Press. Elsevier. CA, USA.
 19. Martinoia E, Meyer S, De Angeli A, Nagy R. 2012. Vacuolar transporters in their physiological context. *Annu. Rev. Plant Biol.* 63:183–213.
 20. Rodes R y M. Collazo-Ortega. 2013. Metabolismo del Carbono. En: Márquez-Guzmán J., Collazo-Ortega M., Martínez-Gordillo M., Orozco-Segovia A., Vázquez-Santana S. (Eds.). *Biología de Angiospermas*. Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp: 304-334
 21. Saparrat, MCN., Ruscitty, MF. Y Arango, MC. 2020. *Micorrizas arbusculares*. Libros de Cátedra.
 22. Taiz L. y E. Zeiger. 2010. *Plant Physiology*. 5th Edition. Sinauer Associates Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts.
 23. van der Heijden, Marcel G A, Richard D Bardgett, y Nico M van Straalen. 2008. "The Unseen Majority: Soil Microbes as Drivers of Plant Diversity and Productivity in Terrestrial Ecosystems." *Ecology Letters* 11 (3): 296–310.
 24. Cho, L.-H., Yoon, J., An, G., 2017. The control of flowering time by environmental factors. *Plant J.* 90, 708–719. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/tpj.13461>
 25. Hileman, L.C., 2014. Trends in flower symmetry evolution revealed through phylogenetic and developmental genetic advances. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 369, 20130348. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0348>
 26. Hollender, C.A., Dardick, C., 2015. Molecular basis of angiosperm tree architecture. *New Phytol.* 206, 541–556. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/nph.13204>
 27. Ohtani, M., Akiyoshi, N., Takenaka, Y., Sano, R., Demura, T., 2017. Evolution of plant conducting cells: perspectives from key regulators of vascular cell differentiation. *J. Exp. Bot.* 68, 17–26. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw473>
 28. Ryan, P.R., Delhaize, E., Watt, M., Richardson, A.E., 2016. Plant roots: understanding structure and function in an ocean of complexity. *Ann. Bot.* 118, 555–559. <https://doi.org/10.1093/aob/mcw192>
 29. Wunderling, A., Ben Targem, M., Barbier de Reuille, P., Ragni, L., 2017. Novel tools for quantifying secondary growth. *J. Exp. Bot.* 68, 89–95. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw450>

Bibliografía complementaria

1. Hirsch, Penny R, y Tim H Mauchline. 2012. "Who's Who in the Plant Root Microbiome?" *Nature Biotechnology* 30 (10). Nature Publishing Group: 961–62. doi:10.1038/nbt.2387.
2. Marasco, Ramona, Eleonora Rolli, Bisma Ettoumi, Gianpiero Vigani, Francesca Mapelli, Sara Borin, Ayman F Abou-Hadid, et al. 2012. "A Drought Resistance-Promoting Microbiome Is Selected by Root System under Desert Farming." *PloS One* 7 (10): e48479. doi:10.1371/journal.pone.0048479.
3. Selosse, Marc André, Christine Strullu-Derrien, Francis M. Martin, Sophien Kamoun, y Paul Kenrick. 2015. "Plants, Fungi and Oomycetes: A 400-Million Year Affair That Shapes the Biosphere." *New Phytologist* 206 (2): 501–6. doi:10.1111/nph.13371.
4. Rodes R. y M. Collazo-Ortega. *Metabolismo del Carbono*. 2013. En: Márquez-Guzmán J., Collazo-



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

<p>Ortega M., Martínez-Gordillo M., Orozco-Segovia A., Vázquez-Santana S. (Eds.). <i>Biología de Angiospermas</i>. La Prensa de Ciencias. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp: 304-334.</p> <p>5. Fernie A. R., H. Bauwe, M. Eisenhut, A. Florian, D. T. Hanson, M. Hagemann, O. Keech, M. Mielewczik, Z. Nikoloski, C. Peterhänsel, S. Roje, R. Sage, S. Timm, S. von Cammerer, A. P. M. Weber & P. Westhoff. 2013. Perspectives on plant photorespiratory metabolism. <i>Plant Biology</i> 15: 748–753</p> <p>6. Wink, M. 2003. Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. <i>Phytochemistry</i>. 64: 3 – 19.</p>	
<p>Sugerencias didácticas: (marcar con una X la sugerencia didáctica que se utilizará para abordar los temas. Es importante tomar en cuenta que si la actividad tiene horas prácticas en las sugerencias deberá haber herramientas prácticas para el aprendizaje de los temas)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Exposición oral</p> <p><input type="checkbox"/> Exposición audiovisual</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ejercicios dentro de clase</p> <p><input type="checkbox"/> Ejercicios fuera del aula</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Seminarios</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Lecturas obligatorias</p> <p><input type="checkbox"/> Trabajos de investigación</p> <p><input type="checkbox"/> Prácticas de taller o laboratorio</p> <p><input type="checkbox"/> Prácticas de campo</p> <p><input type="checkbox"/> Otros (indicar cuáles)</p>	<p>Mecanismos de evaluación del aprendizaje de los alumnos: (marcar con una X el mecanismo que se utilizará para evaluar el aprendizaje. Se recomienda que para la evaluación sean tomadas en cuenta las sugerencias didácticas señaladas)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Exámenes parciales</p> <p><input type="checkbox"/> Examen final escrito</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Tareas y trabajos fuera del aula</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Exposición de seminarios por los alumnos</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Participación en clase</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Asistencia</p> <p><input type="checkbox"/> Seminario</p> <p><input type="checkbox"/> Otros (indicar cuáles)</p>
<p>Línea de investigación: (en caso de que la actividad corresponda a una de las líneas de investigación que se desarrollan dentro de los campos de conocimiento del programa) NA</p>	
<p>Perfil profesiográfico Grado de maestro o doctor; con amplia preparación profesional en botánica, especialmente en temas de fisiología vegetal; con experiencia docente.</p>	