



# TEMARIO

## POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS				
Denominación de la actividad académica (completa): <i>Curso teórico práctico: Ecología de hongos y líquenes _</i>				
<b>Clave:</b> <i>(no llenar)</i>	<b>Semestre:</b> <i>2025-1</i>	<b>Campo de conocimiento:</b> <i>Ecología</i>	<b>Número de Créditos:</b> <i>8</i>	
<b>Carácter</b> <i>Optativa</i>	<b>Horas</b>		<b>Horas por semana</b>	<b>Horas por semestre</b>
	<b>Teóricas</b> <i>20</i>	<b>Prácticas</b> <i>44</i>	<b>varía por semana</b>	<i>64</i>
<b>Modalidad</b> <i>Curso presencial intensivo</i>		<b>Duración del curso</b> <i>Tres semanas</i>		
<b>Seriación indicativa u obligatoria antecedente, si es el caso:</b>				
<b>Seriación indicativa u obligatoria subsecuente, si es el caso:</b>				
<b>Objetivo general:</b> Que el estudiante adquiera conceptos básicos de ecología tropical de hongos y líquenes para aplicarlos en la formulación de proyectos, así como su adquisición y análisis de datos de campo				
<b>Objetivos específicos: (en si caso)</b> Formular un proyecto de investigación en la Estación de Biología Chamela durante dos semanas, en el que se aplicarán los conceptos aprendidos durante la primer semana del curso				
<b>Temario</b>			<b>Horas</b>	
			<b>Teóricas</b>	<b>Prácticas</b>
<b>Unidad 1</b> <i>Ecología tropical aplicada a hongos</i> <i>Bosques tropicales y la diversidad de hongos y líquenes</i> <i>La teoría ecológica antes de las técnicas moleculares</i> <i>Formación de OTUs y ecología molecular de hongos</i> <i>Bases de datos usados para datos micológicos</i> <i>Determinación taxonómica de hongos y sus implicaciones en la ecología</i> <i>Autoecología, ecología poblacional, ecología de comunidades, ecología de ecosistemas</i>			<i>4</i>	<i>0</i>
<b>Unidad 2</b> <i>Ecología de grupos funcionales de hongos</i> <i>Hongos saprótrofos</i> <i>Hongos micorrízicos</i> <i>Hongos endófitos</i> <i>Hongos liquenizados</i>			<i>4</i>	<i>0</i>



# TEMARIO

## POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

<i>Hongos patógenos de plantas y animales</i>		
<b>Unidad 3</b> Ecología de comunidades y cambio climático en microorganismos <i>Estudios de cambio climático con énfasis metodología</i> <i>Temporalidad y Registro histórico</i> <i>Vulnerabilidad, sensibilidad, capacidad adaptativa, exposición</i>	4	0
<b>Unidad 4</b> Rol de los hongos en el funcionamiento de los ecosistemas Biomasa Descomposición Ciclos de nutrientes Interacciones de hongos con otros organismos Micofagia Formación de hábitat Camuflaje y mimetismo Redes tróficas Grandes vacíos en el conocimiento de hongos tropicales	4	0
<b>Unidad 5</b> Métodos ecológicos de muestreo Diseño del proyecto en campo Análisis de datos ecológicos de esporomas y líquenes	4	0
<b>Unidad 6</b> Proyecto de campo Toma de datos Análisis de datos y Discusión de resultados Presentación de proyecto	0	44
<b>Total de horas teóricas</b>	<b>20</b>	
<b>Total de horas prácticas</b>		<b>44</b>
<b>Suma total de horas</b> <i>(debe coincidir con el total de horas al semestre)</i>	<b>64</b>	
<p><b>Bibliografía básica</b></p> <p>Alvarez-Manjarrez, J., Garibay-Orijel, R., &amp; Smith, M. E. (2018). Caryophyllales are the main hosts of a unique set of ectomycorrhizal fungi in a Neotropical dry forest. <i>Mycorrhiza</i>, 28(2), 103–115. <a href="https://doi.org/10.1007/s00572-017-0807-7">https://doi.org/10.1007/s00572-017-0807-7</a></p> <p>Alvarez-Manjarrez, J., &amp; Garibay-Orijel, R. (2021). Resilience of soil fungal community to hurricane Patricia (category 4). <i>Forest Ecology and Management</i>, 498, 119550. <a href="https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119550">https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119550</a></p> <p>Alvarez-Manjarrez, J., Bahram, M., Polme, S., Garibay-Orijel, R. (2024). Impact of hurricane disturbance on mycorrhizal co-occurrence networks: Resilience and community dynamics in the Neotropics. <i>Fungal Ecology</i> 70. <a href="https://doi.org/10.1016/j.funeco.2024.101354">https://doi.org/10.1016/j.funeco.2024.101354</a></p> <p>Baldrian, P., López-Mondéjar, R., &amp; Kohout, P. (2023). Forest microbiome and global change. <i>Nature Reviews. Microbiology</i>, 21(8), 487–501. <a href="https://doi.org/10.1038/s41579-023-00876-4">https://doi.org/10.1038/s41579-023-00876-4</a></p>		



Blackwell, M. (2011). The fungi: 1, 2, 3... 5.1 million species? *American Journal of Botany*, 98(3), 426–438. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000298>

Bruns, T. D. (2019). The developing relationship between the study of fungal communities and community ecology theory. *Fungal Ecology*, 39, 393–402. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2018.12.009>

Corrales, A., Henkel, T. W., & Smith, M. E. (2018). Ectomycorrhizal associations in the tropics - biogeography, diversity patterns and ecosystem roles. *The New Phytologist*, 220(4), 1076–1091. <https://doi.org/10.1111/nph.15151>

Corrales, A., Koch, R. A., Vasco-Palacios, A. M., Smith, M. E., Ge, Z.-W., & Henkel, T. W. (2022). Diversity and distribution of tropical ectomycorrhizal fungi. *Mycologia*, 114(6), 919–933. <https://doi.org/10.1080/00275514.2022.2115284>

Delavaux, C. S., LaManna, J. A., Myers, J. A., Phillips, R. P., Aguilar, S., Allen, D., Alonso, A., Anderson-Teixeira, K. J., Baker, M. E., Baltzer, J. L., Bissengou, P., Bonfim, M., Bourg, N. A., Brockelman, W. Y., Burslem, D. F. R. P., Chang, L.-W., Chen, Y., Chiang, J.-M., Chu, C., ... Averill, C. (2023). Mycorrhizal feedbacks influence global forest structure and diversity. *Communications Biology*, 6(1), 1066. <https://doi.org/10.1038/s42003-023-05410-z>

Fernandez, C. W., See, C. R., & Kennedy, P. G. (2020). Decelerated carbon cycling by ectomycorrhizal fungi is controlled by substrate quality and community composition. *New Phytologist*, 226(2), 569–582. <https://doi.org/10.1111/nph.16269>

Jansson, J. K., & Hofmockel, K. S. (2020). Soil microbiomes and climate change. *Nature Reviews. Microbiology*, 18(1), 35–46. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0265-7>

Kennedy, P. (2010). Ectomycorrhizal fungi and interspecific competition: species interactions, community structure, coexistence mechanisms, and future research directions. *New Phytologist*, 187(4), 895–910. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03399.x>

Koide, R. T., Fernandez, C., & Petprakob, K. (2011). General principles in the community ecology of ectomycorrhizal fungi. *Annals of Forest Science*, 68(1), 45–55. <https://doi.org/10.1007/s13595-010-0006-6>

Miranda-González, R., & McCune, B. (2020). The weight of the crust: Biomass of crustose lichens in tropical dry forest represents more than half of foliar biomass. *Biotropica*, 52(6), 1298–1308. <https://doi.org/10.1111/btp.12837>

Miranda-González, R., McCune, B., & Moldenke, A. R. (2023). Lichens as material for Lepidoptera's housing: A molecular approach to a widespread and highly selective interaction. *Fungal Ecology*, 61, 101195. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2022.101195>

Peay, K. G., Kennedy, P. G., & Talbot, J. M. (2016). Dimensions of biodiversity in the Earth mycobiome. *Nature Reviews. Microbiology*, 14(7), 434–447. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.59>



Šnajdr, J., Valášková, V., Merhautová, V., Cajthaml, T., & Baldrian, P. (2008). Activity and spatial distribution of lignocellulose-degrading enzymes during forest soil colonization by saprotrophic basidiomycetes. *Enzyme and Microbial Technology*, 43(2), 186–192.

<https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2007.11.008>

Song, A., Zhang, J., Xu, D., Wang, E., Bi, J., Asante-Badu, B., Njyenawe, M. C., Sun, M., Xue, P., Wang, S., & Fan, F. (2022). Keystone microbial taxa drive the accelerated decompositions of cellulose and lignin by long-term resource enrichments. *The Science of the Total Environment*, 842, 156814.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156814>

Steidinger, B. S., Crowther, T. W., Liang, J., Van Nuland, M. E., Werner, G. D. A., Reich, P. B., Nabuurs, G. J., de-Miguel, S., Zhou, M., Picard, N., Herault, B., Zhao, X., Zhang, C., Routh, D., Peay, K. G., & GFBI consortium. (2019). Climatic controls of decomposition drive the global biogeography of forest-tree symbioses. *Nature*, 569(7756), 404–408. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1128-0>

Truong, C., Gabbarini, L. A., Corrales, A., Mujic, A. B., Escobar, J. M., Moretto, A., & Smith, M. E. (2019). Ectomycorrhizal fungi and soil enzymes exhibit contrasting patterns along elevation gradients in southern Patagonia. *The New Phytologist*, 222(4), 1936–1950. <https://doi.org/10.1111/nph.15714>

White, T. J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J., & Others. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*, 18(1), 315–322. <https://msafungi.org/wp-content/uploads/2019/03/February-2013-Inoculum.pdf>

Willing, C. E., Pellitier, P. T., Van Nuland, M. E., Alvarez-Manjarrez, J., Berrios, L., Chin, K. N., Villa, L. M., Yeam, J. J., Bourque, S. D., Tripp, W., Leshyk, V. O., & Peay, K. G. (2024). A risk assessment framework for the future of forest microbiomes in a changing climate. *Nature Climate Change*, 1–14.

<https://doi.org/10.1038/s41558-024-02000-7>

### Bibliografía complementaria

Boddy, L., & Hiscox, J. (2016). Fungal ecology: principles and mechanisms of colonization and competition by saprotrophic fungi. *Microbiology spectrum*, 4(6), 10-1128.

<https://doi.org/10.1128/microbiolspec.FUNK-0019-2016>

Ceccon, E. (2013). Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. Centro Regional de Investigación multidisciplinarias, UNAM.

Christian, N., & Perlin, M. H. (2024). Plant-endophyte communication: Scaling from molecular mechanisms to ecological outcomes. *Mycologia*, 116(2), 227–250.

<https://doi.org/10.1080/00275514.2023.2299658>

Delmas, C. E. L., Bancal, M.-O., Leyronas, C., Robin, M.-H., Vidal, T., & Launay, M. (2024). Monitoring the phenology of plant pathogenic fungi: why and how? *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. <https://doi.org/10.1111/brv.13058>





Handa, I. T., Aerts, R., Berendse, F., Berg, M. P., Bruder, A., Butenschoen, O., Chauvet, E., Gessner, M. O., Jabiol, J., Makkonen, M., McKie, B. G., Malmqvist, B., Peeters, E. T. H. M., Scheu, S., Schmid, B., van Ruijven, J., Vos, V. C. A., & Hättenschwiler, S. (2014). Consequences of biodiversity loss for litter decomposition across biomes. *Nature*, 509(7499), 218–221. <https://doi.org/10.1038/nature13247>

Kõljalg, U., Nilsson, R. H., Abarenkov, K., Tedersoo, L., Taylor, A. F. S., Bahram, M., Bates, S. T., Bruns, T. D., Bengtsson-Palme, J., Callaghan, T. M., Douglas, B., Drenkhan, T., Eberhardt, U., Dueñas, M., Grebenc, T., Griffith, G. W., Hartmann, M., Kirk, P. M., Kohout, P., ... Larsson, K.-H. (2013). Towards a unified paradigm for sequence-based identification of fungi. *Molecular Ecology*, 22(21), 5271–5277. <https://doi.org/10.1111/mec.12481>

Mamarasulov, B., & Davranov, K. (2024). Plant endophytes: diversity and ecology. In *Plant Endophytes and Secondary Metabolites* (pp. 1-23). Academic Press.

Nash, T. H. (Ed.). (2008). *Lichen biology*. Cambridge University Press.

Noguera, F. A., Vega Rivera, J. H., García Aldrete, A. N. & Quesada, M. (2002). *Historia natural de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM, Mexico City.

Pölme, S., Abarenkov, K., Henrik Nilsson, R., Lindahl, B. D., Clemmensen, K. E., Kauserud, H., Nguyen, N., Kjoller, R., Bates, S. T., Baldrian, P., Frøslev, T. G., Adojaan, K., Vizzini, A., Suija, A., Pfister, D., Baral, H.-O., Järv, H., Madrid, H., Nordén, J., ... Tedersoo, L. (2020). FungalTraits: a user-friendly traits database of fungi and fungus-like stramenopiles. *Fungal Diversity*, 105(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s13225-020-00466-2>

Rogelj, J., Meinshausen, M., & Knutti, R. (2012). Global warming under old and new scenarios using IPCC climate sensitivity range estimates. *Nature Climate Change*, 2(4), 248–253. <https://doi.org/10.1038/nclimate1385>

Tedersoo, L., Mikryukov, V., Zizka, A., Bahram, M., Hagh-Doust, N., Anslan, S., Prylutskyi, O., Delgado-Baquerizo, M., Maestre, F. T., Pärn, J., Öpik, M., Moora, M., Zobel, M., Espenberg, M., Mander, Ü., Khalid, A. N., Corrales, A., Agan, A., Vasco-Palacios, A.-M., ... Abarenkov, K. (2022). Global patterns in endemism and vulnerability of soil fungi. *Global Change Biology*, 28(22), 6696–6710. <https://doi.org/10.1111/gcb.16398>

Voříšková, J., & Baldrian, P. (2013). Fungal community on decomposing leaf litter undergoes rapid successional changes. *The ISME Journal*, 7(3), 477–486. <https://doi.org/10.1038/ismej.2012.116>

Zanne, A. E., Powell, J. R., Flores-Moreno, H., Kiers, E. T., Van't Padje, A., & Cornwell, W. K. (2020). Finding fungal ecological strategies: Is recycling an option?. *Fungal ecology* 46, 100902. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2019.100902>

**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

**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)



# TEMARIO

## POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

<p><i>herramientas prácticas para el aprendizaje de los temas)</i></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 checked="" type="checkbox"/> Ejercicios fuera del aula</p> <p><input type="checkbox"/> Seminarios</p> <p><input type="checkbox"/> Lecturas obligatorias</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Trabajos de investigación</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de taller o laboratorio</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de campo</p> <p><input type="checkbox"/> Otros (<i>indicar cuáles</i>)</p>	<p><input 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 (<i>indicar cuáles</i>)</p>
<p><b>Línea de investigación:</b> <i>Ecología</i></p>	
<p><b>Perfil profesiográfico</b> <i>Tener conocimientos básicos de micología y ecología, interés por el trabajo de campo, disponibilidad de tres semanas (dos semanas completas en la Estación de Biología Chamela)</i></p>	