



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"



SOMESIME
SOCIEDAD MEXICANA DE LA
SIMBIOSIS MICORRÍZICA

X Y VII

SIMPOSIO NACIONAL REUNIÓN IBEROAMERICANA DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA

"LAS SIMBIOSIS MICORRÍZICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD VEGETAL Y UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE"



Libro de Resúmenes



Oaxaca de Juárez, Oaxaca, 16 al 19 de junio de 2025

COMITÉ CIENTIFICO

Dr. Ignacio Eduardo Maldonado Mendoza - imaldona@ipn.mx
Instituto Politécnico Nacional – CIIDIR Unidad Sinaloa

Dr. Noé Manuel Montaña Arias - nmma@xanum.uam.mx
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

Dr. José Alberto Ramos Zapata - aramos@correo.uady.mx
Universidad Autónoma de Yucatán

Dr. Facundo Rivera Becerril - frivera@correo.xoc.uam.mx
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

Dra. Carolina Senés Guerrero - carolina.senes@itesm.mx
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Campus Guadalajara

Dra. María del Rocío Vega Frutis - rociovegaf@yahoo.com.mx
Universidad Autónoma de Nayarit

M. en B. Eduardo Chimal Sánchez - chimalse31@gmail.com
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

Dra. Ana Tztziqui Chávez Bárcenas - tztztquichavez@gmail.com
Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”
Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo

Dra. Dora Trejo Aguilar - doratrejo@gmail.com
Universidad Veracruzana

Dra. Patricia Guadarrama Chávez - pguadarrama@ciencias.unam.mx
Universidad Nacional Autónoma de México

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL

CIIDIR-IPN UNIDAD OAXACA

Organizador general: Dr. Celerino Robles Pérez

Diseño de logotipo/banner: M. en C. Verónica del Carmen Martínez Gallegos
Dr. Celerino Robles Pérez

Webmaster y página web: Lic. Maricela Liliana García Cruz

Miembros del comité organizador: M. en C. Verónica del Carmen Martínez Gallegos
Dra. Demetria Martha Mondragón Chaparro
M. en C. Laura Martínez Martínez
M. en C. Deyla Barranco Montesinos
M. en C. Nathaly Anahí Solano Arista
M. en C. Carolina Aurora Ambrocio Hernández
M. en C. Arturo Flores Reyes
M. en C. Gustavo Hernández Álvarez
Biol. Evelyn Abril Carlos Fernández

Miembros del comité organizador:

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE OAXACA

Dr. Ernesto Castañeda Hidalgo

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE ETLA

Dr. Eric Guillermo Echeverría Pérez



PONENCIAS MAGISTRALES

	Pág.
Interacción mutualista HMA-UAM, una historia que vale contar	11
Resistencia Inducida por micorrizas frente a plagas en contextos multitróficos: Mecanismos y aplicaciones en agricultura	12
Diversidad y especificidad de HMA en cultivos de zonas áridas de México	13

SIMPOSIOS

	Pág.
Los hongos micorrízicos como facilitadores en la restauración ecológica del suelo	15
Panorama de los hongos micorrízicos arbusculares y endófitos septados oscuros en residuos mineros	16
Diversidad de los hongos micorrízicos arbusculares: hallazgos preliminares del atlas de biodiversidad del suelo en México	17
Hongos micorrízicos: tres décadas de investigación y compromiso con la agricultura sostenible desde la Universidad Veracruzana	18
Participación de la celulosa y hemicelulosa en el pre-acondicionamiento para la respuesta de defensa inducida por micorrización y por infección por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en tomate.	20
Influencia de la simbiosis micorrízica de tipo arbuscular sobre el flujo de carbono en plantas	21
Estrategias radiculares: espectro económico de la raíz y simbiosis micorrízica	22
Ecología de hongos ectomicorrízicos usando bases de datos, el ejemplo en la familia Thelephoraceae	23
Evaluación de un remanente natural de bosque de pino como reservorio de hongos ectomicorrízicos clave para la sostenibilidad de los sistemas forestales	24
Pequeñas alianzas para grandes ciudades: asociación micorrízica arbuscular en una especie arvense (<i>Ruellia nudiflora</i>) en un contraste urbano-rural en la península de Yucatán	25
Función de los hongos micorrizógenos arbusculares en la fenología de la vegetación secundaria de un bosque templado	26
Nuevas técnicas, nuevos retos en la clasificación de los hongos micorrízicos	27
Avances y desafíos en la identificación de hongos ectomicorrízicos: Enfoques moleculares y morfológicos	28
Avances en la taxonomía y ecología de los hongos micorrízicos arbusculares desde la	



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

biología molecular: alcances, limitaciones y perspectivas en México.....	30
Técnicas tradicionales y moleculares para determinar la diversidad de hongos micorrízicos orquideoides en ecosistemas de México.....	31
Glomeromycota en México, retos y oportunidades en la sistemática y taxonomía	32

PRESENTACIONES ORALES

	Pág.
Taxonomía y sistemática del clado <i>Thelephora-Tomentella</i> (<i>Thelephoraceae</i>) en América.....	34
Desarrollo y esporulación de hongos micorrízicos bajo la influencia de diversos inductores y hospederos	35
La Sierra Nororiental de Puebla: su gran riqueza oculta de hongos micorrízicos arbusculares	36
Análisis de la diversidad de hongos micorrízicos arbusculares asociados al sistema milpa en comunidades aledañas al Cofre de Perote, Veracruz.....	37
Respuesta del chile poblano (<i>Capsicum annuum</i> L.) a la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares de diferente origen	40
Lindl. creciendo en dos especies de forofitos	41
Simbiosis micorrízica y diversidad de hongos micorrízicos arbusculares en 22 plantas medicinales nativas de México propagadas en vivero.....	42
Efecto de raíces micorrizadas de <i>Capsicum annuum</i> y micelio fúngico sobre la diversidad, distribución y grupos tróficos de amebas del suelo	43
Diversidad de especies glomerocárpicas macroscópicas en México: Taxonomía y síntesis micorrízica arbuscular	44
Efecto de diferentes biofertilizantes nativos en el frijol negro delgado cultivado bajo temporal en Suchilquitongo, Oaxaca.....	45
Producción de inoculantes a partir de diferentes estructuras de propagación de los HMA	47
La micorriza arbuscular en plantas nativas e introducidas: dinámica de la colonización intrarradical.....	48
Hongos micorrízicos arbusculares y actividad microbiana en jales mineros: potencial para promover el crecimiento de plantas Fitoestabilización_jales_mineros	49
La micorriza arbuscular en el crecimiento de pastos y en la fitoestabilización de jales de mina.....	50



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

Análisis micromorfométrico: una alternativa complementaria para evaluar la relación entre la formación de agregados y el micelio micorrízico	53
Rasgos de raíces de chile serrano en asociación con hongos rizosféricos benéficos y el patógeno <i>Phytophthora capsici</i>	55
Consecuencias del manejo en la fisicoquímica del suelo y hongos micorrizógenos arbusculares en chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	56
Inducción de tolerancia a <i>Fusarium oxysporum</i> en plántulas de <i>Pinus patula</i> mediante consorcios de hongos ectomicorrízicos y bacterias auxiliaadoras a la micorrización	57
El uso de composta mejora la nutrición fosforada mediada por los hongos micorrízicos arbusculares	59
Colonización de hongos micorrízicos arbusculares nativos en <i>Helianthus annuus</i> durante la recuperación de suelo contaminado con gasolina asistida con bacterias	60
Colonización micorrízica en la orquídea terrestre <i>Govenia capitata</i>	61
Variación temporal de hongos micorrízicos arbusculares y composición fitoquímica de dos especies de cactáceas endémicas del matorral xerófilo del ANP Médanos de Samalayuca, Juárez, Chihuahua	62
Rol de la microbiota nativa del suelo en el desarrollo vegetal y marchitez del chile	63
Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares nativos de un cafetal orgánico en Chiapas, México	64
Contribuciones del ADN ambiental del suelo a los estudios de sistemática del género <i>Clavulina</i> (Hydnaceae) en México	65
Colonización intrarradical por hongos micorrízicos arbusculares y endófitos septados oscuros en sitios de bosques mixtos con diferente tiempo postincendio	66
Efecto de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares sobre el crecimiento de <i>Moringa oleífera</i>	67
Influencia de la asociación micorrízica arbuscular sobre la capacidad antioxidante y crecimiento en nueve genotipos de <i>Lavandula</i> spp.	68
Efecto de la micorriza arbuscular sobre el crecimiento y perfil metabólico en	69
Un metaanálisis integral sobre la influencia de los factores edáficos en la actividad de los hongos micorrízicos arbusculares en bosques templados	70
Diversidad de Glomeromycota en huertos de <i>Persea americana</i> Mill. con diferente manejo nutricional en Xalisco, Nayarit: un análisis molecular	71



PRESENTACIONES EN CARTEL

	Pág.
Influencia de los hongos micorrízicos arbusculares en plántulas de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.)	75
Evaluación de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares nativos e inóculos comerciales en el crecimiento de plantas de <i>Tectona grandis</i>	77
Inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en plantas de limón (<i>citrus limon</i> L.)..	78
Micorrización arbuscular de plantas medicinales de la Sierra Norte de Oaxaca, México	79
Multiplicación de esporas de hongos micorrízicos arbusculares por medio de un cultivo trampa	80
Effects of Symbiotic and Pathogenic Fungal Interactions on Endoglucanase Gene Expression in Tomato Plants	81
Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares en agroecosistemas de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la Ciénega de Michoacán	83
Exploración de bases de datos para el estudio de hongos ectomicorrízicos y comestibles en México	84
Aislamiento e identificación de hongos micorrizógenos promotores de germinación y desarrollo inicial de <i>Epidendrum radicans</i> Pav. ex Lindl.	85
Distribución geográfica de la riqueza de hongos micorrizógenos arbusculares en México	86
Contribución al conocimiento de Boletales (Basidiomycota) de Yucatán.....	88
Efecto de la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento de <i>Nepeta cataria</i> L. (Lamiaceae)	89
El género <i>Tuber</i> P. Micheli ex F.H. Wigg. (Ascomycota) en México	90
Evaluación de la inoculación de Hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el crecimiento y desarrollo del chile Yahualica, <i>Capsicum annuum</i> L.	91
La colonización de los hongos micorrizicos arbusculares en maíz criollo influye en el desarrollo y respuesta inmunitaria de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	92
Efecto de la inoculación de los hongos micorrízicos arbusculares en maíz y su impacto en la preferencia alimenticia y desarrollo de <i>Spodoptera frugiperda</i>	93
Hongos micorrízicos arbusculares como promotores de crecimiento de maíz (<i>Zea mays</i>) en condiciones de invernadero	94
Propagación de bionóculos a partir de suelo proveniente de monocultivos de maíz en transición agroecológica.	95
Promoción del crecimiento de <i>Bixa orellana</i> L. mediante inoculación con hongos	



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

micorrízicos arbusculares en etapa de vivero.....	97
Dinámica de comunidades micorrízicas arbusculares a lo largo de un gradiente sucesional en un bosque tropical seco de Yucatán.....	98
El sistema etnoagroforestal “milpa-chichipera” amortigua el impacto del cambio de uso de suelo sobre los hongos micorrízicos arbusculares en un ecosistema semiárido de México	101
Abundancia, riqueza, diversidad y simbiosis de hongos micorrízicos arbusculares en la rizósfera de <i>S. pruinosus</i> y <i>S. stellatus</i> en un matorral xerófilo de San Juan Joluxtla, Oaxaca, México.....	103
Abundancia, riqueza, diversidad y simbiosis de hongos micorrízicos arbusculares en la rizósfera de dos especies de cactáceas en un matorral xerófilo de San Juan Joluxtla, Oaxaca, México.....	104
Riqueza y composición de <i>Glomeromycota</i> en la región sur-sureste de México mediante herramientas de secuenciación de alto rendimiento.....	105
(Fée) Rothm. (Dryopteridaceae) en el monte Tláloc, Estado de México.....	107
Hongos micorrízicos arbusculares y Biochar en el crecimiento de tomatillo en invernadero.....	109
Hongos micorrízicos asociados a dos especies vegetales de ambientes contaminados en el ejido Juan Sarabia	111
en el municipio de Tepeyanco, Tlaxcala.....	113
Efecto de biofertilizantes y fertilización combinada en el crecimiento de maíz criollo bajo condiciones controladas.	114
Abundancia, riqueza y diversidad de hongos micorrizógenos arbusculares en un fragmento de bosque templado y cultivos agrícolas de Tlalpujahua, Michoacán, México en dos temporadas.....	115
Experiencia utilizando un protocolo de identificación molecular de morfoespecies de HMA de México	117
Comunidades de hongos micorrizógenos arbusculares asociadas a dos especies de <i>Neltuma</i> (Leguminosae) en México	118
Riqueza de especies de hongos micorrizógenos arbusculares en macetas de propagación a partir de suelos de plantas medicinales de bosques templados de Taxco de Alarcón, Guerrero.	119
Hongos micorrízicos arbusculares (<i>Glomeromycota</i>) en hojarasca en descomposición: un nicho desatendido en México	120
Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares asociados a islas de recursos de	121
¿La exposición a la radiación solar, la identidad y distancia a la planta nodriza afectan la colonización micorrízica arbuscular y la presencia de la especie endémica <i>Mammillaria</i>	



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

<i>gaummeri</i> (Cactaceae)?	122
Desarrollo vegetativo de <i>Agave marmorata roezl.</i> , con hongos micorrízicos arbusculares y fertilización fosfatada	123
Propagación de hongos micorrízico arbusculares nativos en diferentes plantas hospederas en Chiapas, México	124
Efecto de la inoculación micorrízica arbuscular como alternativa ecológica ante la fertilización química	125
Hongos micorrízicos arbusculares aislados de la rizosfera de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Sinaloa	126
Contenido de flavonoides y antocianinas en granos de maíces nativos inoculados con hongos micorrízicos arbusculares	127
Efecto de los tratamientos con biotina y hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el crecimiento de plantas de jitomate Cherry.	128
Efectos de herbicidas sobre hongos micorrízicos arbusculares y microorganismos del suelo en maíz bajo agricultura de conservación	129
Técnica de campo para la identificación de hongos micorrízicos arbusculares	130
Propagación de consorcios de HMA nativos presentes en suelos rizosféricos de dos variedades de <i>Coffea arabica</i> L. De Huautla de Jiménez, Oaxaca	131
Análisis de la expresión del gen <i>SIGH9-PR</i> en plantas de tomate micorrizadas con... ..	133
Efecto de un herbicida orgánico (Herbitech) en hongos micorrízicos arbusculares presentes en plantas de maíz (<i>Zea mays</i> L.) con suelo proveniente de distintas regiones del país	134
Efecto de la tiamina sobre el crecimiento y colonización micorrízica en plantas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	135
Efecto de hongos micorrízicos arbusculares y <i>Trichoderma</i> en las visitas florales por polinizadores en jitomate	136
Exploración de la riqueza de hongos y bacterias en una cronosecuencia temporal de 40 años de suelos de cultivo de caña en Quintana Roo.....	137



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

PONENCIAS MAGISTRALES



Interacción mutualista HMA-UAM, una historia que vale contar

Sara Lucía Camargo Ricalde

Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco, Núm. 186, Col. Leyes de Reforma 1 A Sección, Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09310, Ciudad de México.

*email: slcr@xanum.uam.mx

Las historias inician con “Érase que se era...”, ésta comenzó con mi proyecto doctoral (1999) en la Universidad Agrícola de Noruega (NLH, actualmente Universidad Noruega de Ciencias de la Vida, NMBU), asesorada por Shivcharn Dhillon y apoyada por Rosaura Grether, estudiando la relación entre los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y *Mimosa* spp. (Leguminosae), algunas formadoras de islas de recursos (IR), en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC), Puebla-Oaxaca; tema enriquecido con la participación-colaboración de Susana Montaña-Arias, Noé Manuel Montaña, Eduardo Chimal-Sánchez, Irma Reyes-Jaramillo, Lucía Varela, Laura Hernández, Rosalva García-Sánchez, Arcadio Monroy-Ata, Carolina Senés, Arturo Jiménez, Facundo Rivera-Becerril (UAMX) y de muchos estudiantes. ¿Qué sabemos? i) Las IR y biocostras (BC) del suelo funcionan como reservorios de esporas, favoreciendo su abundancia, riqueza y diversidad; ii) Hay un mayor número de esporas al inicio de secas y secas que durante las lluvias; iii) Los HMA promueven el crecimiento de cinco especies de *Mimosa*, pero el efecto es variable, y presentan distinta dependencia a la micorrización; iv) Tres nuevos registros para México: *Diversispora trimulares*, *Gigaspora candida* y *Glomus corymbiforme*; v) Las BC (dentro/afuera IR-M. *luisana*) actúan como “escudos” que protegen a los HMA; la disponibilidad de agua dirige los ensamblajes de especies de HMA y las BC favorecen la propagación de estos hongos; vi) Descrito dos nuevas especie, *Septoglossum mexicanum* y *Racocetra cromosomica* (Oaxaca); vii) Crecimiento y asignación de biomasa de *Mimosa* spp., sin inóculo: muy variables, con valores inferiores al tratamiento con inóculo; se agrupan en tres diseños morfológicos: a) *M. calcícola*-*M. lacerata*; b) *M. adenanthroides*-*M. luisana*-*M. polyantha*, y c) *M. biuncifera*-*M. purpusii*-*M. texana* var. *filipes*; pero cuando las ocho especies crecen inoculadas modifican, de manera similar, sus patrones de asignación de biomasa y conforman un diseño análogo morfo-fisiológico; y viii) En un sistema etnoagroforestal, la abundancia de esporas, riqueza y diversidad de HMA, se mantienen en valores intermedios o similares a la vegetación conservada, mientras que la agricultura los reduce o modifica de forma significativa. Actualmente, estudiamos cómo afectan a los HMA-helechos los metales pesados en jales de minas (Hidalgo), la diversidad de los HMA dentro/fuera de dunas asociadas a *Neltuma glandulosa* (Leguminosae), Cuatro Ciénegas (Coahuila), y en tres asociaciones vegetales (VTC): a) Tetechera-*Cephalocereus tetetzo* (Cactaceae), b) Mezquital-*N. laevigata*, y c) Cardonal-*Cephalocereus columna-trajani*; además del efecto de borde entre un bosque templado/zona agrícola, Tlalpujahua (Michoacán), y de la identidad de las IR sobre las comunidades de HMA (VTC). Y, “colorín-colorado”, esta historia continuará.



**Resistencia Inducida por micorrizas frente a plagas en contextos multitróficos:
Mecanismos y aplicaciones en agricultura**

María J. Pozo¹, Zhivko Minchev¹, Beatriz Ramirez¹, Andrea Ramos¹, Estefania Berrio¹,
Luis España¹, Marina García¹, Martin Aguirrebengoa¹, Juan M. García¹, Salva Herrero²,
Victor Flors³, Emilio Benitez¹, Juan A. Lopez Ráez¹, Concepción Azcón-Aguilar¹

¹ Estación Experimental del Zaidín, Spanish National Research Council (CSIC), Prof.
Albareda 1, 18008 Granada, España. *email mjpozo@eez.csic.es

² Universidad de Valencia, 46100–Burjassot España

³ Universidad Jaume I, Castellón, España

La simbiosis micorrícica arbusculares confiere múltiples beneficios para la planta hospedadora, generalmente mejorando la captación de agua y nutrientes y su tolerancia/resistencia a diversos estreses. Estudios bioquímicos y moleculares muestran que esta mejora en la resiliencia está relacionada con una mayor capacidad para activar defensas, incrementando la plasticidad metabólica y fenotípica de la planta frente a posibles desafíos. Numerosos estudios muestran que la colonización micorrícica puede resultar en una mayor resistencia a patógenos y plagas, tanto en la raíz como en parte aérea. Esta mayor resistencia, conocida como Resistencia Inducida por Micorriza (MIR), está asociada con una potenciación del sistema inmune de la planta, que resulta en una mayor capacidad defensiva. Nuestro grupo de investigación se centra en el estudio de los mecanismos responsables de esta mayor capacidad defensiva usando el tomate como planta modelo. Investigamos el efecto de la micorrización en la resistencia del tomate frente a diversos insectos herbívoros, incluyendo el lepidóptero minador *Tuta absoluta*, uno de los mayores problemas sanitarios del cultivo del tomate. Usando aproximaciones farmacológicas y genéticas, análisis de -ómicas y análisis de redes confirmamos que la MIR implica una regulación muy precisa de las rutas de señalización que coordinan las respuestas defensivas. Para evaluar la posible aplicación práctica de la inoculación con hongos micorrícicos para la protección de cultivos en agricultura, evaluamos si esta mayor resistencia era notoria en condiciones agronómicas, incluyendo invernaderos de producción y campos abierto. Los resultados confirman la protección y que la micorrización también afecta a la atracción de enemigos naturales de la plaga. Por tanto, los resultados apoyan que la MIR puede impactar también a niveles tróficos superiores. En conjunto, los resultados respaldan que la micorrización puede ser una estrategia eficiente para la protección sostenible de los cultivos y deben ser considerados en los programas de manejo integrado de plagas.



Diversidad y especificidad de HMA en cultivos de zonas áridas de México

Dra. Carolina Senés Guerrero

Instituto Tecnológico de estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara,
Escuela de Ingeniería y Ciencias. Guadalajara, Jalisco, México, *email:
carolina.senes@tec.mx

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son simbioses obligados de aproximadamente el 80 % de las plantas terrestres y juegan un papel crucial en la agricultura sostenible, particularmente bajo condiciones de estrés hídrico como las presentes en regiones áridas y semiáridas. En México, donde gran parte del territorio agrícola se ubica en estas zonas, comprender la composición y dinámica de las comunidades de HMA asociadas a cultivos relevantes es esencial para desarrollar inoculantes específicos y estrategias de manejo basadas en microorganismos nativos. En esta charla se presentará una estrategia para la caracterización molecular de especies de HMA basada en la secuenciación de la región LSU-D2 mediante Illumina-MiSeq, combinada con algoritmos de colocación evolutiva (EPA) sobre árboles filogenéticos de referencia. Esta metodología permitió discriminar especies cercanamente relacionadas con alta resolución taxonómica y evidenció preferencias planta-HMA en diversos cultivos del norte de México. En particular, se observaron asociaciones preferenciales de *Dominikia* spp. con naranjo y de *Rhizophagus prolifer* con chile piquín, lo que sugiere la existencia de comunidades micorrízicas adaptadas a cultivos específicos bajo condiciones áridas. En otro cultivo se observa una notable dominancia de *Septoglomus* en raíces y de *Rhizophagus* y *Funneliformis* en suelo rizosférico. Una gran proporción de las secuencias de *Septoglomus* no pudo ser asignada a especies descritas, lo que apunta a la existencia de especies no caracterizadas en estos ecosistemas. Se destaca la importancia de aplicar herramientas moleculares con alta resolución filogenética para documentar la diversidad y especificidad funcional de los HMA en sistemas agrícolas áridos. La identificación de asociaciones planta-hongo preferenciales y de especies potencialmente nuevas proporciona información crítica para el diseño de biofertilizantes adaptados a cultivos y regiones específicas, con el objetivo de aumentar la resiliencia y productividad agrícola en condiciones de cambio climático.



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

SIMPOSIOS



Los hongos micorrízicos como facilitadores en la restauración ecológica del suelo

Silvia Margarita Carrillo-Saucedo¹, Rocío Cruz-Ortega²

¹Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM-Campus Morelia. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701 Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta C.P. 58190 Morelia, Michoacán.

²Departamento de Ecología Funcional, Instituto de Ecología, Circuito exterior s/n anexo al Jardín Botánico Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04500, Ciudad de México, México. *email: smcarrillo@enesmorelia.unam.mx

Las asociaciones micorrízicas facilitan el uso eficiente de los nutrientes, mejoran la tolerancia a diversos tipos de estrés, mantienen los suelos fértiles, entre otros beneficios lo que tiene implicaciones en el bienestar de los ecosistemas. Se ha documentado que el cambio de uso de suelo a terrenos agrícolas, áreas urbanas y la actividad minera tiene implicaciones negativas sobre la biodiversidad y la salud del suelo. Por lo que encontrar alternativas para recuperar los suelos a partir de los microorganismos que lo habitan se vuelve una tarea fundamental. El objetivo fue revisar aspectos generales del manejo de la simbiosis micorrízica en especies nativas de México con el fin de usarlas como una herramienta potencial para la recuperación de suelos. Se realizó una revisión de la literatura, en los principales buscadores científicos, de artículos publicados entre 1984 y 2020, se incluyeron también protocolos, tesis y patentes. Se encontró que la inoculación de micorrizas con especies seleccionadas tiene un efecto positivo principalmente en variables de crecimiento de las plantas. Por otra parte, uno de los ecosistemas donde se han realizado más esfuerzos es en los bosques templados mediante el uso de hongos ectomicorrízicos y micorrizas arbusculares particulares. La mayoría de los estudios reportados se realizaron en condiciones de invernadero. Se documentó que para que el establecimiento de la simbiosis sea exitoso es necesario considerar el contexto ecológico ya que los sitios presentan problemáticas particulares. Con este trabajo instamos a ahondar en el entendimiento de estas asociaciones con el fin de promover su uso en programas de restauración de zonas degradadas. Además, proponemos que el manejo del suelo de manera integral puede favorecer la actividad de estos organismos de manera natural.



Panorama de los hongos micorrízicos arbusculares y endófitos septados oscuros en residuos mineros

Facundo Rivera-Becerril

Departamento El Hombre y su Ambiente, UAM-Xochimilco, Ciudad de México,
*email: frivera@correo.xoc.uam.mx

En muchos años de actividad minera en México, se han liberado millones de toneladas de residuos en numerosas áreas. Estos residuos mineros, llamados también jales, representan un reto para el establecimiento de organismos debido a su estructura física inestable, baja retención hídrica, bajo contenido nutrimental y, frecuentemente, contenido de elementos potencialmente tóxicos (EPT). Los residuos, sin embargo, pueden ser paulatinamente habitados por plantas y por microorganismos, donde destacan los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y los hongos endófitos septados oscuros (ESO). Hemos trabajado en depósitos de jales contaminados con Cd, Pb y As en el estado de Zacatecas con la finalidad de determinar la identidad de la comunidad fúngica rizosférica, y de explorar el papel que desempeñan los hongos en esos ambientes. Las raíces de nueve especies vegetales herbáceas estuvieron co-colonizadas por HMA (0.2-56%) y por hongos- ESO (2-51%). La cobertura fúngico-vegetal redujo la concentración de EPT en el ambiente edáfico. Las actividades enzimáticas β -glucosidasa y deshidrogenasa, y la mineralización de carbono tendieron a ser más altas en sitios vegetados que en un sitio desprovisto de vegetación. En la rizosfera de la planta *Asphodelus fistulosus* se identificaron diez morfotipos de esporas de HMA; en abundancia, predominaron los Glomerales, particularmente *Rhizophagus intraradices*. La diversidad molecular de hongos fue superior en parcelas vegetadas con *Reseda luteola* y con *Asphodelus fistulosus* que en una parcela sin vegetación; predominaron los Ascomycota. Los hongos ESO cultivables procedentes del interior de las raíces de *T. lunulata*, *A. fistulosus* y *R. luteola* pertenecieron a *Periconia*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Setophoma*, *Acrocalymma*, *Rhizopycnis* y *Stemphylium*. Ensayos *in vitro* demostraron que *Colletotrichum* y *Alternaria* toleraron el Pb y el Cd. Varios hongos ESO solubilizaron fosfato aún en presencia metálica. En plantas de tabaco (*Nicotiana benthamiana*) el hongo ESO *Colletotrichum* ejerció un efecto protector contra el Cd reflejado en la longitud radical y la biomasa. Considerando su abundancia y su papel fisiológico, se destacará la relevancia de los HMA y de los hongos ESO en la mitigación y en la rehabilitación de las condiciones inhóspitas de los residuos mineros.



Diversidad de los hongos micorrízicos arbusculares: hallazgos preliminares del atlas de biodiversidad del suelo en México

Irene Sánchez-Gallen³, Mario Martínez³, Candelario Peralta², América Baleón¹, Javier Álvarez-Sánchez³, Mayra E. Gavito¹, Patricia Guadarrama³ y Roberto Garibay Orijel⁴.

¹ Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM. Antigua carretera a Pátzcuaro 8701. Colonia Exhacienda San José de la Huerta CP 58190. Morelia, Michoacán, México. ² Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, A.C. Centenario Instituto Juárez 142 Reforma, 86080 Villahermosa, Tabasco. ³ Facultad de Ciencias, UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Coyoacán. 04510. Ciudad de México. ⁴ Instituto de Biología, UNAM. Circuito Zona Deportiva s/n, Ciudad Universitaria. Coyoacán, 04510. Ciudad de México. *email: irene_sgallen@ciencias.unam.mx

En México, país megadiverso, aún se desconoce gran parte de su diversidad microbiana. Para el caso de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), todavía hay muy poca información de la distribución de especies y casi toda corresponde a morfoespecies. Desde 2023, en la UNAM se está desarrollando un proyecto que busca describir la biodiversidad del suelo y su distribución en el territorio nacional a través del Atlas de la biodiversidad del suelo, con este esfuerzo se pretende crear una herramienta para investigación, docencia y toma de decisiones. Actualmente se ha colectado suelo de más de 200 sitios en diferentes estados y tipos de suelo y de vegetación. En el grupo de trabajo encargado de los HMA estamos haciendo un primer esfuerzo de sistematización y prospección con una base de datos de detección molecular obtenida de muestreos realizados principalmente en la zona centro, sur y sureste en 2018. El objetivo de esta presentación es compartir las experiencias y los aprendizajes de este ejercicio con los resultados de esos primeros análisis. Se muestrearon 66 sitios, que abarcaron diferentes biomas, biorregiones y ecorregiones. Se extrajo el DNA con el kit Power Max Soil y se amplificó la región ITS con los primers ITS9mun e ITS4ngsUni, se secuenció con PacBio SMRT y, después del procesamiento bioinformático, se obtuvieron 1953 OTUs de Glomeromycota. Estas secuencias pasaron por un segundo filtrado con dos criterios, estricto y medio, y se cotejaron con la base MaarjAM. Además, eliminamos todos los singletons y doubletons. Obtuvimos 156 OTUs en 42 sitios y 453 OTUs en 46 sitios, con los criterios estricto y medio, respectivamente. La mayoría de OTUs correspondió a taxa virtuales que en muy pocos casos llegaron a género o especie, por lo que decidimos analizarlos a nivel de familia. La abundancia de OTUs por cada tipo de bioma, biorregión y ecorregión estuvo por debajo de 20. La mayor recuperación de OTUs ocurrió en las ecorregiones concentradas en el sureste mexicano, la familia más abundante fue Glomeraceae, seguida con mucho menos abundancia Dentiscutataceae y Pervetustaceae, mientras que Acaulosporaceae es de las menos abundantes. La menor detección se encontró en matorrales, resultado preocupante dada la extensión de este bioma. En breve se contará con más información de nuevos sitios y algunas modificaciones que esperamos mejoren las detecciones. Discutiremos los problemas asociados a la baja detección y cómo se ha estado resolviendo. Esperamos contribuir a que estudios posteriores puedan reducir estas deficiencias.



Hongos micorrízicos: tres décadas de investigación y compromiso con la agricultura sostenible desde la Universidad Veracruzana

Dora Trejo Aguilar

Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria,
Xalapa, Veracruz CP 91000. *email: dtrejo@uv.mx

La investigación sobre hongos micorrízicos en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana (UV), inició a principios de la década de 1990, impulsada por el interés en mejorar la salud y fertilidad de los suelos agrícolas de Veracruz, mediante estrategias biotecnológicas sostenibles. Desde sus primeras etapas, se reconoció el potencial de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) para fortalecer el crecimiento vegetal, reducir la dependencia de fertilizantes químicos y aumentar la resiliencia de los cultivos frente a condiciones adversas. El trabajo pionero en la región consistió en la exploración de la diversidad nativa de HMA en distintos agroecosistemas, en especial en cafetales, sistemas milpa y suelos degradados. Posteriormente, se establecieron bancos de germoplasma y colecciones de esporas, lo que permitió identificar consorcios de HMA, adaptados a las condiciones edafoclimáticas locales. A lo largo de tres décadas, la investigación ha evolucionado desde estudios descriptivos de biodiversidad hasta trabajos más complejos que integran la ecología funcional, la fisiología vegetal, la microbiología del suelo y el manejo agroecológico. Uno de los logros más importantes ha sido la implementación de estrategias de inoculación de HMA, en cultivos de importancia regional como el café, maíz, cítricos, piña, caña de azúcar, papaya, diversos cultivos hortícolas, y ornamentales. Estas estrategias se han evaluado en campo y en condiciones controladas, generando resultados que demuestran mejoras significativas en el crecimiento vegetal, la eficiencia en la absorción de nutrientes y la tolerancia al estrés abiótico. Además, se han explorado las Se ha promovido una fuerte vinculación con productores y otras instituciones académicas, permitiendo que los avances científicos se traduzcan en tecnologías aplicadas. Asimismo, se han desarrollado líneas de investigación enfocadas en el uso de plantas coberteras como *Canavalia ensiformes* y *Arachis pintoi*, para facilitar la introducción de HMA en suelos degradados o infestados por nematodos fitopatógenos. Actualmente, la UV cuenta con un grupo consolidado de investigadores, estudiantes y técnicos que forman parte del Cuerpo Académico “Biotecnología, biodiversidad y manejo de los recursos naturales”, cuyo trabajo ha sido fundamental para posicionar a la Universidad como referente nacional en el estudio y aplicación de los hongos micorrízicos en la agricultura sustentable.



La riboflavina y *Rhizobium tropici* condicionan la simbiosis micorrízica en plantas de *Phaseolus vulgaris*

Jacob Banuelos Trejo¹. Esperanza Martinez Romero² Noé Manuel Montaña³ Sara Lucía Camargo Ricalde⁴

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán SN, CP 91000, Xalapa, Ver. México.

²Centro de Ciencias Genómicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, Morelos, México.

³Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, México City, México

⁴Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, México City, México. *email: jbanuelos@uv.mx

Phaseolus vulgaris L. (Fabaceae) forma simbiosis tripartita con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN). Esta asociación tripartita utiliza señalización por moléculas para establecerse intracelularmente en las raíces. La meta de esta tesis doctoral fue determinar si *Rhizobium tropici* CIAT 899 (Rhizobiaceae) y la aplicación exógena de riboflavina (vitamina B2) afecta la selección de especies de HMA y la colonización fúngica de las raíces en *P. vulgaris*. La amplificación y secuenciación de fragmentos de SSU rRNA extraídos del ADN de raíces colonizadas de *P. vulgaris*, se registró que la presencia de *R. tropici* alteró la abundancia relativa de especies de HMA. *Dominikia bernensis* fue la especie más abundante en raíces de *P. vulgaris*, pero cuando se inoculó con *R. tropici*, las especies de *Glomus* dominaron. Rizobacterias como *R. tropici*, secretan riboflavina y pueden afectar la simbiosis micorrizógena. La adición de riboflavina 50 µM a *P. vulgaris*, incrementó el crecimiento de la planta (28%), el peso seco de los nódulos (18%), la colonización micorrizógena (248%) y la frecuencia de vesículas micorrizógenas (56%) en las raíces de frijol, comparados con plantas sin vitamina B2 adicionada. La aplicación de riboflavina en concentraciones 3.12 y 12.5 µM favoreció la presencia de *Glomus macrocarpum* Nicolson y Gerd. en las raíces de *P. vulgaris*. Este trabajo resalta la importancia de la identidad de hospedero-simbionte y el condicionamiento que la riboflavina causa en la colonización por HMA en raíces de *P. vulgaris*.



Participación de la celulosa y hemicelulosa en el pre-acondicionamiento para la respuesta de defensa inducida por micorrización y por infección por *Sclerotinia sclerotiorum* en tomate.

López-Meyer, Melina.

Departamento de Biotecnología Agrícola, CIIDIR-Sinaloa Instituto Politécnico Nacional.
Blvd. Juan de Dios Bátiz no.250, Col San Joaquín, Guasave, Sinaloa, México.
CP81101. *email: mlopez@ipn.mx

La resistencia inducida por micorrización es un aumento de resistencia a patógenos en plantas colonizadas por hongos micorrízicos arbusculares con respecto a la respuesta inmune innata. Esta respuesta es antecedida por el pre-acondicionamiento de los tejidos de la planta, estado en el que dichos tejidos pueden responder al ataque por patógenos de una manera más rápida e intensa. En nuestro grupo de trabajo se han generado evidencia que indica que la micorrización arbuscular por *R. irregularis* induce cambios en la expresión de algunos genes relacionados con la síntesis y modificación de componentes de la pared celular, lo cual pudiera causar un reforzamiento de la pared celular y por lo tanto una respuesta de defensa más efectiva al momento de que la planta es atacada por un patógeno. Hemos detectado en hojas de plantas micorrizadas, mayor contenido de celulosa y hemicelulosa, así como la inducción de la expresión de genes específicos de la síntesis de hemicelulosa por RT-qPCR. Uno de estos es el gen *XTH2* que codifica para una xiloglucan endotransferasa/hidrolasa, proteína que se encarga de transferir grupos xilosa entre cadenas de xiloglucano y/o de hidrolizar la cadena. También se han identificado dos genes de xiloglucano xilosil transferasas (*XXT1* y *XXT3*), inducidos específicamente por micorrización en hojas de tomate micorrizados. Estos enzimas, adicionan residuos de xilosa a la cadena de xiloglucano, a partir de UDP-xilosa, posiblemente aumentando la longitud de la cadena. Dos genes para UDP-xilosa-sintasa (*UXS4* y *UXS5*) también han sido detectados como inducidos por micorrización en hojas. Estos genes están involucrados en la síntesis de UDP-xilosa, el precursor de las *XTTs*. Además de estas evidencias moleculares, el aumento discreto en el contenido de celulosa y de hemicelulosa, sugiere que el reforzamiento de la pared celular es una respuesta de la planta a la micorrización que le permite prepararse para posteriores ataques por patógenos. A pesar de estos hallazgos, los mecanismos involucrados en el efecto de la micorrización en el pre- acondicionamiento mediante la modificación de la pared celular de las plantas aún no han sido completamente elucidados.



Influencia de la simbiosis micorrízica de tipo arbuscular sobre el flujo de carbono en plantas

Isaac Alejandro Salmeron-Santiago¹, Ana Tztzqui Chávez Bárcenas^{1*}

¹Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Paseo Lázaro Cárdenas 2290, Emiliano Zapata, 60170. Uruapan, Michoacán, México. *email: tztzqui.chavez@umich.mx

La mayoría de las especies de plantas se asocian con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA). Una de las características clave de la simbiosis es el intercambio de nutrientes. Las plantas ceden una parte significativa de carbono foto asimilado al hongo, mientras que el hongo proporciona a la planta nutrientes del suelo. En esta asociación se considera que el hongo se impone como un sumidero de carbono adicional para la planta. Una vez establecida la asociación, las plantas atraviesan cambios en su crecimiento que se describen como la respuesta de crecimiento a la asociación micorrízica. La respuesta de crecimiento a la asociación micorrízica se es la comparación de variables morfométricas y fisiológicas entre una planta colonizada por un HMA y una planta no colonizada de la misma especie que crecen en igualdad de condiciones. Esta respuesta de crecimiento es fluctuante y depende de las especies que establezcan la asociación y las condiciones ambientales en las que se desarrolla la simbiosis. Dada la diversidad de factores que afectan a la respuesta de crecimiento a la asociación micorrízica, se han generado importantes discusiones en torno a los elementos clave que influyen sobre ella. En el presente trabajo se presentarán las consideraciones más relevantes en la actualidad que describen los efectos de la asociación micorrízica sobre la respuesta de crecimiento en plantas. También, se discutirán análisis realizados por nuestro grupo de trabajo en el que se describen los efectos del fósforo sobre el desarrollo de la simbiosis entre *Rhizophagus irregularis* y tomate en dónde se sugirió que la respuesta de crecimiento a la asociación micorrízica esta influenciada por el incremento de la fuerza del tejido fuente y del tejido consumidor.



Estrategias radiculares: espectro económico de la raíz y simbiosis micorrícica

Rocío Vega-Frutis, Ana María Hanan Alipi

Programa Académico de Biología, Universidad Autónoma de Nayarit. Km. 9 Carretera
Tepic-Compostela, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit. *email: rocio.vega@uan.edu.mx

Las raíces cumplen funciones clave para las plantas, como la absorción de agua y nutrientes, son anclaje al sustrato, almacenan recursos, tienen reproducción vegetativa, y son la interfaz con los organismos del suelo. Recientemente se desarrolló el concepto de *espacio económico de las raíces* (RES), el cual describe cómo las características morfológicas y fisiológicas de las raíces se combinan para maximizar la adquisición de recursos. Este modelo incorpora un gradiente de colaboración con hongos micorrícicos, que se propone como complementario e independiente del tradicional *espectro económico de las raíces*, que abarca estrategias de adquisición de nutrientes conservativas (lentas) o adquisitivas (rápidas). La interrelación entre estos gradientes es compleja, pues las características funcionales pueden correlacionar positiva o negativamente. Con el fin de explorar esta diversidad funcional, se analizaron especies de *Persea americana* (aguacate), *Capsicum* spp. (chile domesticado y silvestre), y especies del género *Melampodium*, con distintos grados de sinantropía (afinidad a ambientes antropogénicos). Para cada especie o tratamiento, se midió el diámetro del tallo, y se tomaron submuestras de raíces (10 a 30 individuos). Estas se fotografiaron, secaron y analizaron con el software SmartRoot® para estimar la longitud total de raíz (TRL, cm), la densidad del tejido radicular (RTD, g cm⁻³), la longitud específica de raíz (SRL, cm g⁻¹) y la tasa de ramificación (RBR). También se evaluó la colonización por hongos micorrizógenos arbusculares (HMA). Los resultados muestran que las plantas de aguacate invierten simultáneamente en ambos gradientes. Las plantas inoculadas con HMA presentaron mayor SRL y RBR, indicadores de una estrategia adquisitiva; sin embargo, en ausencia de manejo nutricional, se observó una correlación negativa entre RBR y la colonización micorrícica. En el caso del chile, las variedades silvestres mostraron menor SRL y RBR, pero mayor colonización por arbuscúlos, lo que sugiere una estrategia colaborativa. En *Melampodium*, *M. tepicense* (menos sinantrópica) mostró una estrategia adquisitiva (mayor SRL, menor RTD, y menor colonización micorrícica), mientras que *M. divaricatum* y *M. perfoliatum* mostraron características de ambos gradientes, independientemente de su filogenia o características edáficas. En resumen, los patrones observados respaldan la idea de que el gradiente de colaboración es más consistente que el adquisitivo, aunque esto puede estar modulado por múltiples factores ecológicos y restricciones evolutivas.



Ecología de hongos ectomicorrízicos usando bases de datos, el ejemplo en la familia Thelephoraceae

Julieta Alvarez-Manjarrez¹, Verónica Rebollo Osorio¹, Mariana Ávila Muñoz¹, Oscar Zárate Martínez²

¹Instituto de Biología, UNAM. 3er circuito interior s/n, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México. ²Univerisidad de Tartu, Estonia.

Desde la década de los 90s, el conocimiento sobre las comunidades de hongos ectomicorrízicos se fortaleció al identificar a los hongos directamente desde las raíces gracias a la secuenciación de DNA. En el 2010, las plataformas de secuenciación permitieron obtener datos de diferentes especies de una misma muestra ambiental tomada del suelo. La secuenciación ambiental de DNA representa una valiosa oportunidad para realizar estudios ecológicos de diferentes grupos de hongos. Además, estas secuencias ambientales están disponibles en internet, lo cual posibilita formular y abordar diversas preguntas ecológicas. Adicionalmente, existen otras bases de datos internacionales que permiten descargar información climática, geográfica y edáfica (e.g. temperatura, precipitación, contenido de nutrientes del suelo, altitud, etc.) de ubicaciones específicas. En este estudio descargamos la base de datos del *Global Soil Mycobiome Consortium* y aplicamos filtros para estudiar exclusivamente la familia Thelephoraceae en México. Utilizamos los metadatos asociados a cada muestra para realizar análisis estadísticos e identificar las variables que explican la diversidad del grupo. Por otro lado, escogimos a *Thelephora renispora* nom. prov. para modelar su distribución. Para ello, se descargaron registros de presencia obtenidos de UNITE y de nuestra base de datos, así como variables climáticas, edáficas y ocurrencias de sus potenciales hospederos. Con ello se realizaron diferentes estadísticos para seleccionar las variables empleadas en el modelo, y el resultado fue proyectado en el espacio geográfico. Inicialmente, la base de datos contenía 3,401 OTUs pertenecientes a Thelephoraceae en México. Al aplicar los filtros, obtuvimos 638 OTUs en 61 sitios, descartamos el 81.24% de la OTUs originales. Las variables que explican la diversidad de OTUs son la altitud, la concentración de N del suelo, el C orgánico total y el pH. Por otro lado, la especie nueva *Thelephora renispora* nom. prov. se co-modeló junto con sus potenciales hospederos, y resulta que la estacionalidad de la temperatura (50.6%) y el modelo de *Pisonia aculeata* (26.9%) son las variables que más influyen en la adecuación ambiental de esta especie. Encontramos que, dependiendo de la escala del estudio, las variables explicativas pueden variar en esta familia; sin embargo, una de las variables más importantes es la presencia del hospedero.



Evaluación de un remanente natural de bosque de pino como reservorio de hongos ectomicorrízicos clave para la sostenibilidad de los sistemas forestales

Yajaira Baeza Guzmán^{1,3}, Sara Lucía Camargo Ricalde², Dora Trejo Aguilar³, Noé Manuel Montaña²

¹Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, 09310, Ciudad de México, México.

²Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, 09310, Ciudad de México, Mexico.

³Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090, Xalapa, Veracruz, México.

Se evaluó un remanente natural de bosque de *Pinus pseudostrobus* var. *coatepecensis* en Veracruz, México. Este análisis revela su papel crucial como reservorio de hongos ectomicorrízicos (EcM) fundamentales para la sostenibilidad de los sistemas forestales. Se identificaron las comunidades fúngicas y bacterianas asociadas a las raíces de *P. pseudostrobus* var. *coatepecensis*, con un total de 69 variantes de secuencias de amplicones (ASVs) de hongos ectomicorrízicos, con géneros dominantes como *Tomentella*, *Clavulina*, *Suillus*, *Russula* y *Elaphomyces*. Estos hongos juegan un papel esencial en la simbiosis con las raíces de los pinos, facilitando la absorción de nutrientes clave como nitrógeno y fósforo, y mejorando la resiliencia del bosque ante factores ambientales adversos. El análisis también incluyó la caracterización de las comunidades bacterianas, cuyo perfil se vio principalmente influenciado por el pH del suelo, con géneros predominantes como *Burkholderia*, *Bryobacter*, *Acidobacterium* y *Acidotherrmus*. A pesar de que las comunidades bacterianas no mostraron variaciones significativas a diferentes distancias dentro del remanente, su interacción con los hongos ectomicorrízicos refuerza la estabilidad y la salud del ecosistema forestal. Este estudio subraya la importancia de los remanentes de bosques naturales como refugios biológicos que albergan una alta biodiversidad microbiana. Estos ecosistemas son clave para la conservación de las interacciones simbióticas entre hongos y bacterias, lo cual es esencial para la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas forestales. Estos hallazgos proponen que la conservación de estos remanentes es fundamental para asegurar la viabilidad y resiliencia de los ecosistemas forestales en la región, contribuyendo a estrategias de manejo sostenible y conservación de la biodiversidad.



Pequeñas alianzas para grandes ciudades: asociación micorrízica arbuscular en una especie arvense (*Ruellia nudiflora*) en un contraste urbano-rural en la península de Yucatán

María Elena García-Torres*, José Alberto Ramos-Zapata, Diego Carmona

Laboratorio de Ecología Tropical, Universidad Autónoma de Yucatán

Correo de contacto: [elenaxgato@gmail.com*](mailto:elenaxgato@gmail.com)

La urbanización altera profundamente los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas, afectando procesos ecológicos esenciales como la interacción entre plantas y hongos micorrízicos arbusculares (HMA). La micorriza facilita el establecimiento y permanencia de especies vegetales en ambientes urbanos con condiciones más restrictivas al optimizar la absorción de nutrientes, incrementar su tolerancia a estrés y fortalecer la estabilidad de los ecosistemas terrestres. Sin embargo, los cambios en las propiedades del suelo asociados a la urbanización pueden modificar el equilibrio de costos y beneficios que sostiene esta interacción. En este estudio, evaluamos el efecto de la urbanización sobre la concentración de nutrientes y el potencial del inóculo micorrízico en suelos y la relación HMA-planta usando como modelo a *Ruellia nudiflora* (Acanthaceae), una especie ruderal común en ambientes perturbados. Realizamos muestreos en cinco ciudades de la Península de Yucatán, contrastando ambientes urbanos y rurales. Se analizaron las concentraciones de nutrientes, tasa de colonización micorrízica en raíces y estado nutricional de *R. nudiflora*. Además, se utilizó un ensayo de bioensayo de Número Más Probable (MPN) para determinar la presencia de inóculo infectivo micorrízico en suelos. Nuestros resultados mostraron que la urbanización modificó las concentraciones de nutrientes y disminuyó el potencial del inóculo micorrízico en suelo. Sin embargo, no detectamos efectos significativos sobre las tasas de colonización micorrízica en *R. nudiflora*. Aunque el estado nutricional de las plantas urbanas presentó variaciones respecto a las rurales, estos efectos fueron inconsistentes entre ciudades y no se asociaron a la colonización por HMA. La salinidad del suelo emergió como el factor más influyente que contribuyó a los cambios asociados con el contraste urbano-rural. Nuestros resultados indican que *R. nudiflora* mantiene la colonización aún en condiciones urbanas modificadas, pero sugieren que la funcionalidad de la asociación podría variar según las condiciones locales. La urbanización impone presiones selectivas que promueven convergencias entre ambientes urbanos y divergencias respecto a sus entornos rurales. Se abre la posibilidad de estudiar la dependencia micorrízica de *R. nudiflora* como un rasgo en respuesta a la urbanización. También se destaca la necesidad de explorar la comunidad de HMA en el suelo y raíces, para determinar si los cambios reflejan adaptación de la planta o alteraciones en los HMA disponibles. Estos enfoques son clave para entender la evolución de las interacciones ecológicas urbanas.



Función de los hongos micorrizógenos arbusculares en la fenología de la vegetación secundaria de un bosque templado

Vázquez Santos Yasmin

Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Los disturbios antrópicos han modificado el ensamblaje de las comunidades vegetales en los bosques templados, favoreciendo el establecimiento de extensas áreas de vegetación secundaria (VS). La VS desempeña un papel clave en la resiliencia del ecosistema al asociarse con los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA). Estos hongos mejoran la estructura del suelo, facilitan la absorción de nutrientes y favorecen el desarrollo de las plantas. El conocimiento actual sobre el efecto de los HMA en la fenología de especies de VS es limitado, a pesar de que pueden fungir como plantas nodrizas que benefician la regeneración natural del bosque. Esta ponencia busca aportar información sobre la estructura de la comunidad y la colonización intrarradical de los HMA en diferentes especies de VS, considerando las variaciones en sus atributos biológicos y los cambios estacionales de los factores edáficos en un bosque templado mexicano. El estudio se llevó a cabo en un bosque de *Abies religiosa* en la cuenca del río Magdalena (CDMX), donde se seleccionaron cuatro especies de VS del sotobosque: *Acaena elongata*, *Ageratina glabrata*, *Solanum pubigerum* y *Symphoricarpos microphyllus*. En dos intervalos altitudinales se monitoreó la fenología reproductiva de las plantas (flores y frutos) y se recolectaron muestras de suelo rizosférico en temporadas de lluvias y secas para analizar las comunidades de HMA y variables edáficas. Se evaluó la colonización intra-radical y se realizaron experimentos controlados con y sin micorrización para determinar su efecto en la germinación y el crecimiento temprano. Esto permitió comprender la relación entre los HMA, los factores del suelo y atributos biológicos de las especies de plantas estudiadas. Los resultados revelaron que cada especie de VS alberga un diferente ensamblaje de la comunidad de HMA, influenciada por factores abióticos (nutrientes, humedad, pH) y los atributos biológicos de las plantas. La VS favorece la diversidad de HMA en el suelo. La colonización intra-radical varió de acuerdo con las necesidades fisiológicas durante la reproducción, y los experimentos demostraron que los HMA promueven la germinación y el crecimiento inicial de estas especies, la magnitud del efecto depende de la especie de planta. En conclusión, este estudio destaca las diversas funciones de los HMA en distintas etapas del ciclo de vida de especies de VS, mostrando su influencia positiva en la germinación, crecimiento y producción de flores y frutos. Factores bióticos y abióticos regulan el ensamblaje de comunidades de HMA en la rizosfera, subrayando su papel clave en la funcionalidad y resiliencia de los bosques templados.

PALABRAS CLAVE

Atributos biológicos, bosque secundario, fases fenológicas, filtro biótico, filtro abiótico, mutualismo



Nuevas técnicas, nuevos retos en la clasificación de los hongos micorrízicos

Julieta Álvarez-Manjarrez

Instituto de Biología, UNAM. 3er circuito interior s/n, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México.

Los avances tecnológicos en la secuenciación de ADN ambiental y genómica han transformado significativamente el conocimiento y la descripción de las especies fúngicas. Sin embargo, estos avances también han generado desafíos metodológicos y conceptuales. El uso de diferentes regiones del ADN ribosomal en estudios de metabarcoding, así como la elección de plataformas de secuenciación, ha dado lugar a posturas diversas sobre sus ventajas y limitaciones. Se han identificado clados completos de hongos no observados morfológicamente, cuya nomenclatura ha sido propuesta bajo nuevos criterios taxonómicos. Paralelamente, el creciente conocimiento del genoma de múltiples especies ha permitido el desarrollo de hipótesis filogenómicas, las cuales abren nuevas preguntas sobre la evolución fúngica.

En el caso particular de los hongos micorrízicos, cuya evolución convergente los distribuye en varios grupos como Ascomycota, Basidiomycota, Glomeromycota y Mucoromycota, los enfoques genómicos han sido especialmente relevantes. Los hongos micorrízico-arbusculares (Glomeromycota), por ejemplo, presentan una diversidad que rara vez se detecta mediante la región tradicional de código de barras, lo que exige la secuenciación de otras regiones ribosomales. En contraste, los ectomicorrízicos, arbutoides, orquideoides y ericoides pueden ser identificados mediante metabarcoding convencional, aunque su clasificación taxonómica sigue siendo imprecisa sin una mayor longitud en la secuenciación. En ciertos grupos, las filogenias basadas en genomas completos deben seleccionar cuidadosamente genes informativos para lograr una resolución adecuada, en lugar de utilizar todo el genoma sin distinción.

En este contexto, se propone que las especies fúngicas conocidas únicamente por secuenciación sean respaldadas con datos de múltiples regiones genéticas antes de ser formalmente descritas. La secuenciación masiva ha revelado una gran cantidad de especies micorrízicas conocidas solo por DNA, lo que resalta la necesidad de continuar con muestreos enfocados en la detección de esporas o esporomas. Esto permitirá construir bases de datos taxonómicas más sólidas y precisas.



Avances y desafíos en la identificación de hongos ectomicorrízicos: Enfoques moleculares y morfológicos

Yajaira Baeza Guzmán^{1,3}, Sara Lucía Camargo Ricalde², Dora Trejo Aguilar³, Noé Manuel Montaña²

¹Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, 09310, Ciudad de México, México. ²Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, 09310, Ciudad de México, México. ³Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090, Xalapa, Veracruz, México.

La identificación de hongos ectomicorrízicos (HECM) en México ha sido históricamente basada en métodos morfológicos, útiles pero limitados en precisión y alcance, especialmente para especies raras. La introducción de técnicas moleculares ha mejorado significativamente la resolución taxonómica y la detección de especies poco comunes. En México existen poco más de 20 investigaciones que han explorado la riqueza de HECM en sistemas forestales. La secuenciación Sanger ha sido utilizada en hospederos como *Pinus* y *Quercus*, permitiendo la identificación de un número variable de especies de HECM. En *Pinus hartwegii* se han registrado 14 taxa, mientras que en *Pinus patula* se han identificado entre 17 y 28 morfotipos. En *Quercus* spp., la identificación molecular ha permitido diferenciar hasta 158 taxa a partir de raíces micorrizadas. Sin embargo, su capacidad de detección es limitada, especialmente para taxa menos comunes. Los análisis basados en esporomas han complementado estos estudios, aumentando el número de taxa identificados, hasta 75 morfotipos en *Pinus* y 87 OTUs en *Abies religiosa*. Recientemente, las técnicas de secuenciación de nueva generación (NGS) han incrementado significativamente la detección de HECM. En *Pinus greggii*, se han identificado hasta 139 taxa por NGS, mientras que en *Pinus pseudostrobus* se han registrado entre 674 y 995 taxas de hongos en raíces. En *Abies religiosa*, la riqueza detectada alcanza 997 taxa, evidenciando la mayor sensibilidad de esta metodología frente a enfoques tradicionales. No obstante, el método de clasificación influye significativamente en los resultados. La identificación de las especies o taxa puede realizarse mediante OTUs (Unidades Taxonómicas Operacionales), que agrupan secuencias con una similitud genética del 97 %, lo que permite inferir grupos de especies, aunque con posible pérdida de resolución. En contraste, los ASVs (Variante de secuencia de amplicón) diferencian secuencias únicas sin depender de umbrales arbitrarios, proporcionando una mayor precisión taxonómica y los datos obtenidos se pueden comparar con otros estudios que utilicen la misma región amplificada. A pesar de estos avances, persisten desafíos como la necesidad de bases de datos curadas y el fortalecimiento de la infraestructura de investigación y la implementación de metodologías sin PCR serán clave para mejorar la identificación de la diversidad fúngica en ecosistemas forestales. La integración de enfoques funcionales y la creación de bases



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

de datos neotropicales resulta fundamental para la conservación de los HECM en los bosques mexicanos.



Avances en la taxonomía y ecología de los hongos micorrízicos arbusculares desde la biología molecular: alcances, limitaciones y perspectivas en México

Ydalid Melo-Escobedo¹, Carolina Senés-Guerrero², Jeanette Rosas-Moreno³

¹Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Ciudad de México, México. ²Laboratorio de Sostenibilidad y Cambio Climático, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey Campus Guadalajara, Jalisco, México. ³Laboratorio Central de Salud en el Trabajo y Ambiental, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad de México, México.

ydalidm00@gmail.com

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) desempeñan un papel clave en los ecosistemas terrestres al formar asociaciones simbióticas con la mayoría de las plantas vasculares, facilitando la absorción de nutrientes, promoviendo la tolerancia al estrés y mejorando la salud del suelo. A pesar de su importancia ecológica y agrícola, su identificación taxonómica sigue siendo un reto, debido a su diversidad, a su reproducción asexual y a la dificultad de cultivarlos in vitro. Tradicionalmente, la identificación se ha basado en la morfología de las esporas, pero esta estrategia presenta limitaciones en la resolución taxonómica, requiere experiencia técnica y tiene que complementarse con evidencia molecular. Este trabajo tiene como objetivo presentar un panorama comparativo de las estrategias de identificación de HMA, tanto morfológicas como moleculares, analizando su alcance, fortalezas y limitaciones, así como discutir la aplicabilidad de tecnologías emergentes en este campo. Se revisan y comparan tres enfoques principales de identificación de HMA: (1) caracterización morfológica de esporas mediante microscopía óptica y claves taxonómicas; (2) identificación molecular tradicional, basada en la extracción de ADN de esporas individuales, amplificación de genes ribosomales y secuenciación tipo Sanger mediante librerías de clonas; y (3) aproximaciones más modernas que utilizan plataformas de secuenciación de nueva generación (NGS), principalmente Illumina y PacBio, para analizar comunidades directamente desde el suelo o raíces, sin necesidad de aislamiento previo. La caracterización morfológica sigue siendo una herramienta útil para el reconocimiento de géneros y algunas especies, pero presenta baja resolución en contextos de alta diversidad. La estrategia basada en Sanger es adecuada para estudios dirigidos, aunque su capacidad de muestreo es limitada y depende de la eficiencia del aislamiento. Por otro lado, las tecnologías NGS, como Illumina (lecturas cortas, alta profundidad) y PacBio (lecturas largas, mayor resolución filogenética), han revolucionado la identificación de comunidades micorrízicas, permitiendo acceder a especies raras y mejorar la clasificación taxonómica. Sin embargo, estas técnicas enfrentan desafíos importantes, incluyendo altos costos, dependencia de infraestructura bioinformática y la necesidad de bases de datos taxonómicas especializadas. Se concluye que una estrategia integradora, que combine observación morfológica con herramientas moleculares complementarias y análisis bioinformáticos robustos, ofrece el mejor enfoque actual para la identificación precisa de HMA en estudios ecológicos y aplicados.



Técnicas tradicionales y moleculares para determinar la diversidad de hongos micorrízicos orquideoides en ecosistemas de México

M.P. Ortega-Larrocea

Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. mpol@geologia.unam.mx

Los hongos micorrízicos asociados a las orquídeas pertenecen principalmente a la división de los Basidiomicetos y se les conoce por no tener reproducción sexual en la mayor parte de orquídeas autótrofas. Las técnicas tradicionales para reconocerlos tienen muy pocos elementos para su diagnóstico, que se resumen en los caracteres del anamorfo *Rhizoctonia*, grupo de hongos polifiléticos donde se pueden encontrar agrupadas varios géneros distintos de teleomorfos. Es por ello por lo que el reconocimiento molecular se hace indispensable para realizar la identificación de los grupos que forman este tipo de micorriza, sin embargo, el procedimiento de secuenciación debe seguir ciertos requisitos para no adjudicar hongos endófitos como orquideoides, sobre todo en especies epífitas con velámenes en donde se aloja un microcosmos diverso. El objetivo es dar a conocer los principales procedimientos con ventajas y desventajas para aislar e identificar a la micorriza orquideoide. Se presentan resultados de aislamientos de hongos micorrízicos orquideoides caracterizados para orquídeas mexicanas por métodos moleculares y tradicionales que consisten en la microscopia de tinción de núcleos con fluoróforos, el aislamiento axénico, los ejemplares de respaldo, el crecimiento de colonias, la caracterización de éstas por técnicas merísticas, la amplificación de DNA y los primers específicos. Se han descrito para el país más de 100 cepas de hongos micorrízicos asociados al 5% de la orquideoflora mexicana que cuenta con al menos 1250 especies reconocidas en más de 10 ecosistemas distintos. Se encuentra que la mayor parte de las asociaciones pertenece a la división de Basidiomicetos (clase Agaricomycetes), Familias Ceratobasidiaceae y Tulasnellaceae con algunos miembros en géneros de otras familias como *Sebacina* y *Psathyrella*. Las técnicas tradicionales que se emplean para la identificación de hongos micorrízicos asociados a orquídeas tienen muy pocos caracteres diagnósticos y pueden ser confusas para las personas que no manejen hongos microscópicos. Las técnicas moleculares que se emplean para el reconocimiento deben, sin embargo, partir de estructuras responsables de la micorrización conocidas como ovillos o pelotones, dado que en las raíces de las orquídeas conviven una gran cantidad de endófitos que no forman esta asociación y que comúnmente se les asigna como formadores de micorrizas orquideoides sin evidenciar que vengan de estructuras que realizan la transferencia típica de nutrientes en estas simbiosis.



Glomeromycota en México, retos y oportunidades en la sistemática y taxonomía

Martin Hassan Polo Marcial¹, Luis Alberto Lara-Pérez¹, Franco Magurno², Bruno Tomio Goto³

¹ Tecnológico Nacional de México *campus* Instituto Tecnológico de la zona Maya

² University of Silesia in Katowice, Poland

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brazil

México es uno de los países con mayor riqueza de hongos micorrízicos arbusculares (HMA, Glomeromycota) reportados en América y con constantes nuevos registros. No obstante, la identificación morfológica de las glomerosporas puede ser un tanto complicado y requerir experiencia debido a la naturaleza simbiótica obligada, dimorfismo y pérdida de caracteres diagnósticos en campo, derivando en identificaciones y distribuciones geográficas imprecisas. El objetivo de esta presentación es profundizar en los principales retos, fortalezas y oportunidades que existen en la investigación taxonómica de HMA en México. Así mismo, presentar los avances y novedades taxonómicas y sistemáticas en Glomeromycota mediante la sinergia morfológico - molecular que derivan de trabajos del Sureste de México.



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

PRESENTACIONES ORALES



**Taxonomía y sistemática del clado *Thelephora-Tomentella*
(Thelephoraceae) en América**

Julieta Alvarez-Manjarrez¹, Terry Henkel², Maria Alice Neves³, Verónica Rebollo Osorio¹, Carla Elisa Silva Tostado¹, Ezequiel Alberto Cruz Campuzano¹, Douglas René Martínez Ventura¹ y Joao Paulo Ernzen³.

¹Instituto de Biología, UNAM. 3er circuito interior s/n, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México. ²Cal Poly Humboldt University. Arcata, California, USA. ³Micolab, Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Dentro del grupo de los hongos ectomicorrízicos, la familia Thelephoraceae se distingue por ser hiperdiversa y de distribución global. En los estudios del suelo se han estimado más de 41 mil especies pertenecientes al clado *Thelephora-Tomentella*. Sin embargo, hasta ahora solo se han descrito formalmente alrededor de 800 especies. Describir la diversidad del clado *Thelephora-Tomentella* en América, utilizando especímenes de recolección reciente y ejemplares de herbario. Se espera encontrar nuevas especies del clado *Thelephora-Tomentella* en los ejemplares analizados. Se solicitaron especímenes de herbarios, y recolectamos con salidas a campo en México, Guyana y Brasil. Los ejemplares fueron caracterizados con las guías morfológicas de Kõljalg y Corner, y se realizaron descripciones micromorfológicas mediante microscopía óptica y electrónica de barrido. Se extrajo DNA genómico y se amplificaron las regiones ITS y LSU rDNA para su análisis filogenético. Adicionalmente, se descargaron secuencias ambientales para complementar los análisis filogenéticos. Entre los tres países obtuvimos 250 especímenes en campo y 413 especímenes de herbarios. Identificamos que los ejemplares provenientes de bosques tropicales son nuevos para la ciencia y actualmente trabajamos en su descripción. En contraste, los ejemplares de bosques templados presentan morfologías que requieren una revisión con mayor detalle. En algunas especies detectamos crípticismo, mientras que en especies con distribución amplia tienen mucha plasticidad. La filogenia reveló que las especies sudamericanas tienen mayor parentesco con especies africanas que con otras del continente americano; mientras que en México confluyen especies con afinidad Neártica. El clado *Thelephora-Tomentella* es un grupo escasamente estudiado, aun cuando es común encontrar sus esporomas, si el esfuerzo de muestreo es dedicado a las fases resupinadas. Tanto los herbarios como las nuevas colectas tienen nuevas especies aguardando por estudios taxonómicos y apenas empezamos a entender con mayor claridad las implicaciones de su fenotipo. Finalmente, los análisis filogenéticos nos indican una evolución divergente entre especies norteamericanas y Sudamericanas, correspondiendo con lo que se ha observado en otros grupos de organismos.



Desarrollo y esporulación de hongos micorrízicos bajo la influencia de diversos inductores y hospederos

Arvisu Zuñiga Julia Cristina¹, Trejo Aguilar Dora², Bañuelos Trejo Jacob², Baeza Guzmán Yajaira²

1. Universidad Veracruzana, Peñuela, Amatlán de los Reyes, Veracruz CP 94945,
2. Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz CP 91190. zS24018887@estudiantes.uv.mx

La producción masiva de hongos micorrízicos arbusculares es una estrategia clave para promover prácticas agrícolas sostenibles. Su uso reduce la dependencia de fertilizantes químicos, favorece la regeneración del suelo y contribuye a la seguridad alimentaria. El desarrollo de bioinsumos basados en estos hongos permite integrar la biotecnología con la agricultura ecológica. Fomentar su producción y aplicación es esencial para la transición hacia sistemas agroecológicos resilientes. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar un método para incrementar la producción de propágulos de hongos micorrízicos mediante el uso de estimulantes de la esporulación y diferentes hospederos. Se utilizó un diseño factorial de dos factores: 1) seis estimulantes (ácido pírolico, quitina, paja, Tris HCl y vermicomposta) y 2) cuatro hospederos, (*Tagetes erecta* L., *Canavalia ensiformis* L., *Brachiaria decumbens* y una combinación de todas las especies). Tres meses después de la siembra, se evaluaron la cantidad de esporas, el porcentaje de colonización y el peso fresco total de las plantas. Se llevó a cabo una ANOVA, seguida de un análisis Post-Hoc de Tukey. Se observaron variaciones en el comportamiento de cada tratamiento en función de la combinación de bioestimulante y planta hospedadora. La aplicación de Tris HCl a 0.05 M demostró un aumento en la producción de esporas en casi todas las plantas, siendo la combinación de Tris HCl con *Brachiaria decumbens* la más destacada, alcanzando un promedio de aproximadamente 2000 esporas por 100 g de sustrato. Este estudio proporciona información valiosa para definir y planificar estrategias que permitan seleccionar hospederos eficientes, de bajo mantenimiento y área de crecimiento, así como optimizar la producción de inóculo. Estos datos pueden ser útiles tanto para productores de biofertilizantes como para investigaciones en laboratorio.



La Sierra Nororiental de Puebla: su gran riqueza oculta de hongos micorrízicos arbusculares

Azpiroz Santiago Eduardo¹, Chimal Sánchez Eduardo¹⁻², García Sánchez Rosalva¹

¹Laboratorio de Zonas Áridas. Carrera de Biología. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. ²Laboratorio de Biosistemática de leguminosas, Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. laloboy785@gmail.com

La Sierra Nororiental de Puebla (SNP) alberga gran variedad de ecosistemas naturales y representa un sector agrícola importante. En sus suelos la riqueza de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), mantienen relaciones funcionales con las raíces de las plantas que protegen, conservan y regulan la biodiversidad vegetal de los ecosistemas. Los objetivos de esta investigación fueron: a) determinar la abundancia y riqueza de HMA en suelos naturales y macetas de propagación, b) evaluar el potencial de colonización micorrízica en raíces (PC) y c) propiedades químicas (pH y MO) de seis usos de suelo. En la SNP se recolectaron aleatoriamente 19 muestras de suelo: En ecosistemas naturales 1) una muestra en bosque de encino (BE), 2) seis en bosque mesófilo de montaña (BMM), 3) una en bosque tropical perennifolio (BTP) y 4) Seis muestras en pastizal (PAS). En agrosistemas: 5) dos en cultivos de cítricos (CC) y 6) tres muestras en cultivos maíz (CM). De cada muestra de suelo se realizó la propagación de HMA con maíz, frijol y trébol como hospederos. Las esporas de HMA (campo y propagación) se aislaron por tamizado húmedo y centrifugación en sacarosa (60%) para su determinación taxonómica. El PC se estimó con raíces de trébol. El pH y la MOS se determinaron en laboratorio. En total, se analizaron 7782 esporas y 80 morfoespecies de HMA se determinaron taxonómicamente (35 a nivel de especie y 45 solo a género). Esta riqueza se distribuyó en 17 géneros, en donde *Acaulospora* presentó la mayor riqueza (28spp) y *Entrophospora* la mayor abundancia (2060 esporas). La riqueza y abundancia promedio en los distintos usos de suelo con pH ácidos a neutros (pH=4 a 7) y alto porcentaje de MO=6 hasta 16% fueron: PAS (14spp; 483esporas), CC (13; 535), BTP (12; 251), BMM (8; 370), BE (8; 253) y CM (7; 364). La propagación de HMA fue exitosa al reconocer morfoespecies no presentes en muestras recolectadas; además la abundancia y riqueza aumentó en la mayoría de los sitios, en especial BTP. El PC del trébol en todos los usos de suelo fueron mayores al 65%, indicando alta capacidad de colonización micorrízica. La SNP es una región que presentó alta riqueza de especies de HMA, más del 50% de morfoespecies no coinciden con especies de Glomeromycota reportadas, por lo que su análisis taxonómico morfológico y molecular podrían revelar esta gran riqueza oculta de HMA que tiene alto PC en los distintos usos del suelo.



Análisis de la diversidad de hongos micorrízicos arbusculares asociados al sistema milpa en comunidades aledañas al Cofre de Perote, Veracruz

Paúl Alán Báez-Astorga¹, Karla Paola Valdez-López², Rosario Alicia Fierro-Coronado³, Simoneta Negrete-Yankelevich⁴, Ignacio Eduardo Maldonado-Mendoza²;

¹CONAHCYT - Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Guasave, México;

²Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Unidad Sinaloa, Departamento de Biotecnología Agrícola, Guasave, Sinaloa, México; ³Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad del Valle del Fuerte, Juan José Río, Sinaloa; ⁴Instituto de Ecología A.C., Red de Ecología Funcional, Xalapa, Veracruz; ignacioemaldonado@yahoo.com.mx

En la actualidad comunidades rurales de México aún utilizan la siembra de maíz nativo en milpas como parte de su estilo de vida y sustento familiar. Una gran diversidad de microorganismos se encuentra asociados a los maíces nativos, entre ellos, los hongos micorrízicos arbusculares (HMAs), los cuales ayudan a los cultivos permitiéndoles una mejor absorción de agua y nutrientes esenciales como fósforo y nitrógeno. El objetivo de este trabajo fue conocer la diversidad de HMAs asociados a maíces nativos cultivados en milpas y su suelo con manejo agroecológico y convencional en los municipios de Xico, Acajete y Ayahualulco en Veracruz. La hipótesis de este estudio fue: “existe una gran diversidad de HMAs asociados al sistema de milpa y esta es diferente entre las comunidades estudiadas debido a la ubicación geográfica y al manejo agronómico”. Para ello se colectaron raíces de maíces nativos cultivados en sistemas de milpas y el suelo aledaño a las raíces en cada comunidad. Se extrajo el ADN de raíces y suelo con ayuda de kits específicos para cada tipo de muestra. Posteriormente se realizó un PCR anidado para obtener fragmentos del ITS rDNA específicos a los taxones de Glomeromycota y obtener amplicones de ADN para su identificación. Los amplicones obtenidos se purificaron con ayuda de un kit, se verificó la calidad y concentración de estos y se enviaron a secuenciar a la Unidad Universitaria de Secuenciación Masiva y Bioinformática (UUSMB) de la UNAM en la plataforma NextSeq500 de Illumina en formato pareado (2x300). Finalmente se llevó a cabo el análisis bioinformático que permitió la anotación y clasificación taxonómica de las secuencias generadas para identificar las especies de HMA asociadas a cada muestra. Se encontraron un total de 14 taxas virtuales pertenecientes a 10 géneros diferentes: *Ambispora*, *Acaulospora*, *Diversispora*, *Cetraspora*, *Racocetra*, *Claroideoglomus*, *Funneliformis*, *Glomus*, *Rhizophagus* y *Paraglomus*. De acuerdo con el número de lecturas, *Rhizophagus* y *Cetraspora* conforman los géneros de mayor abundancia sobre las demás especies en las raíces de maíz y suelo respectivamente. El género *Racocetra* se encontró únicamente en los suelos, mientras que *Diversispora* solo se localizó en las raíces. Únicamente la especie *Funneliformis mosseae* estuvo presente en todas las muestras analizadas. En relación con el tipo de manejo de las milpas los resultados indican que las milpas con manejo



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

agroecológico presentan una mayor diversidad de HMAs en comparación con el manejo convencional.



La riboflavina y *rhizobium tropici* condicionan la simbiosis micorrízica en plantas de *phaseolus vulgaris*

Jacob Banuelos Trejo¹. Esperanza Martinez Romero², Noé Manuel Montaña³ Sara Lucía Camargo Ricalde⁴

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán SN, CP 91000, Xalapa, Ver. México. ²Centro de Ciencias Genómicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, Morelos, Mexico.

³ Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Mexico City, Mexico

⁴Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Mexico City, Mexico. jbanuelos@uv.mx

Phaseolus vulgaris L. (Fabaceae) forma simbiosis tripartita con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN). Esta asociación tripartita utiliza señalización por moléculas para establecerse intracelularmente en las raíces. La meta de esta tesis doctoral fue determinar si *Rhizobium tropici* CIAT 899 (Rhizobiaceae) y la aplicación exógena de riboflavina (vitamina B2) afecta la selección de especies de HMA y la colonización fúngica de las raíces en *P. vulgaris*. La amplificación y secuenciación de fragmentos de SSU rRNA extraídos del ADN de raíces colonizadas de *P. vulgaris*, se registró que la presencia de *R. tropici* alteró la abundancia relativa de especies de HMA. *Dominikia bernensis* fue la especie más abundante en raíces de *P. vulgaris*, pero cuando se inoculó con *R. tropici*, las especies de *Glomus* dominaron. Rizobacterias como *R. tropici*, secretan riboflavina y pueden afectar la simbiosis micorrizógena. La adición de riboflavina 50 μ M a *P. vulgaris*, incrementó el crecimiento de la planta (28%), el peso seco de los nódulos (18%), la colonización micorrizógena (248%) y la frecuencia de vesículas micorrizógenas (56%) en las raíces de frijol, comparados con plantas sin vitamina B2 adicionada. La aplicación de riboflavina en concentraciones 3.12 y 12.5 μ M favoreció la presencia de *Glomus macrocarpum* Nicolson y Gerd. en las raíces de *P. vulgaris*. Este trabajo resalta la importancia de la identidad de hospedero-simbionte y el condicionamiento que la riboflavina causa en la colonización por HMA en raíces de *P. vulgaris*.



Respuesta del chile poblano (*Capsicum annuum* L.) a la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares de diferente origen

Santos Carballar-Hernández^{1,2}, Laura Verónica Hernández-Cuevas², Alejandro Alarcón², Ronald Ferrera-Cerrato²

¹Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo. Avenida Universidad 3000, Lomas de Universidad, 59103, Sahuayo, Michoacán ²Colegio de Postgraduados, Posgrado de Edafología. Carretera Federal México-Texcoco km 36.5, Montecillo, 56264, Texcoco, Estado de México. carballar18@gmail.com

Las investigaciones sobre hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en chile se han enfocado en determinar la respuesta de las diversas variedades de chile a la presencia y actividad de los HMA, sin considerar la procedencia e identidad del hongo. En este trabajo, se estudió el efecto de HMA nativos e introducidos en el crecimiento y la nutrición de chile poblano (*Capsicum annuum*). Se inocularon plantas de *C. annuum* con un consorcio nativo y con dos cepas introducidas de HMA (*Claroideoglomus claroideum* aislado de maíz, y un inóculo comercial de *Rhizophagus intraradices*), más un tratamiento fertilizado sin HMA, y un testigo absoluto (sin HMA y sin fertilizar). A los 105 días, se determinaron las variables agronómicas de crecimiento y producción, el contenido foliar de N, P y K, el porcentaje de colonización y el número de esporas. Las plantas fertilizadas y aquellas inoculadas con el consorcio nativo SMZ presentaron mayor diámetro de tallo, biomasa total y área foliar. Las plantas con *C. claroideum* alcanzaron la mayor altura (63 cm) y contenido relativo de clorofila (67.7 unidades SPAD); mientras que *R. intraradices* aumentó significativamente el peso seco de la raíz. El tratamiento fertilizado presentó mayor contenido de N, P y K en hojas (181.5, 20.6, y 68.5 mg kg⁻¹, respectivamente). El consorcio nativo SMZ contribuyó de manera significativa ($p \leq 0.05$) en el contenido de nutrientes; así mismo, promovió mayor número de frutos (2.5 por planta), mientras que el tratamiento fertilizado produjo el mayor peso fresco y seco de frutos. Las plantas del testigo absoluto mostraron los valores más bajos en todas las variables de crecimiento. La inoculación de plantas de chile poblano con HMA nativos puede incrementar la producción del cultivo y reducir el uso de fertilizantes.

Palabras clave: inóculo nativo, crecimiento vegetal, nutrición, micorriza, fertilización.



Colonización por hongos micorrízicos en raíces de *Oncidium brachyandrum*
Lindl. creciendo en dos especies de forofitos

Carlos Fernández Evelyn Abril, Mondragón Chaparro Demetria Martha, Hernández
Álvarez Gustavo Ramiro

Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el
Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca. Hornos No. 1003, Col.
Nochebuena, C.P. 71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.
Correo: abimcf514@gmail.com

Las orquídeas epífitas dependen de asociaciones micorrízicas para complementar sus requerimientos hídricos y nutrimentales. No obstante, la presencia de hongos compatibles puede variar según las características del forofito, lo que podría influir en el grado de colonización entre individuos que crecen sobre distintas especies de árboles hospederos. A pesar de su relevancia ecológica, este fenómeno ha sido poco documentado. Para abordar esta cuestión, se evaluó la colonización micorrízica de raíces de *Oncidium brachyandrum*, una especie bajo protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010, creciendo sobre *Quercus rugosa* y *Q. martinezii* en la comunidad de Tooxi ubicada en el municipio de Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca. El estudio incluyó dos muestreos: febrero de 2019 y febrero de 2025. Se recolectaron raíces de 10 individuos por forofito en cada año, se tiñeron con azul de tripano y se cuantificó el porcentaje de colonización mediante el conteo de células con y sin pelotones, usando el programa Imagen. Los datos se transformaron con la función arco seno de la raíz cuadrada y se analizó la varianza mediante un ANOVA de dos vías. El análisis mostró un efecto significativo del año de muestreo sobre la colonización ($F = 430.370$, $gl = 38$, $p < 0.001$), con una fuerte disminución en 2025 (0.154 ± 0.017) en comparación con 2019 (0.832 ± 0.266). Dado a que no se encontró una interacción significativa entre año y forofito, se realizaron pruebas t independientes para analizar los efectos de los forofitos por separado en cada año. En 2019, *Q. rugosa* presentó mayor colonización (0.916 ± 0.350) que *Q. martinezii* (0.752 ± 0.132), aunque la diferencia no fue significativa ($t = -1.39$, $gl = 11.52$, $p = 0.191$). En 2025, ambos forofitos mostraron niveles similares y bajos de colonización: *Q. rugosa* (0.152 ± 0.016) y *Q. martinezii* (0.151 ± 0.019), sin diferencia estadística ($t = -0.095$, $gl = 17.39$, $p = 0.926$). Estas diferencias pueden estar relacionadas con la variación climática entre años. Según la estación climática de Huajuapán de León (HLOOX), ubicada a 50 km del sitio de estudio, en febrero de 2019 se registraron 3.0 mm de precipitación, frente a 0.0 mm en febrero de 2025. Esta disminución en la disponibilidad hídrica podría haber limitado la colonización micorrízica, sugiriendo que, en condiciones menos secas, el tipo de forofito podría influir en mayor medida sobre la simbiosis.

Palabras clave: colonización micorrízica, orquídea epífita, forofito.



Simbiosis micorrízica y diversidad de hongos micorrízicos arbusculares en 22 plantas medicinales nativas de México propagadas en vivero

Eduardo Chimal Sánchez, Karla Vanesa Villanueva Morán, Alexandra Malvaez Muñoz, Andrea Nayeli Ruiz Villeda, Luis Mario Paz Villagarcía, Diego Ramírez Medrano, Roberto Ramos González, María de Jesús Rojas Cortés, María Socorro Orozco Almanza, Rosalva García Sánchez

Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
Correo: chimalse31@gmail.com

Las plantas medicinales (PM) nativas de México son un componente natural que nos brindan los ecosistemas y son importantes debido al uso cotidiano por la población debido a sus propiedades medicinales. Sin embargo, de la diversidad de PM del país se desconoce si forman simbiosis con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y cuáles son las condiciones de propagación en vivero. Esta investigación se realizó en el vivero Chimalxochipán, FES-Zaragoza, UNAM. Raíces de 22 PM y/o comestibles fueron recolectadas y mediante el proceso de clareo y tinción (azul de tripano) se revelaron las estructuras de los HMA. Se realizaron preparaciones permanentes para determinar el porcentaje de colonización micorrízica. Asimismo, se tomó una muestra de suelo (300 g) de la rizósfera para extraer las esporas de los HMA y determinar la riqueza de especies. También se realizó el análisis del pH, materia orgánica (MO), carbono orgánico (CO) y fósforo disponible del suelo. Las variables de colonización micorrízica (CM) y propiedades del suelo se analizaron con un ANOVA y prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), se realizó un análisis de correlación de Pearson entre la colonización y propiedades del suelo. Por último, se realizó un análisis de similitud para detectar grupos significativamente diferentes. Las 22 PM pertenecen a 14 familias botánicas, con mayor representación en Asteraceae (4spp.), Lamiaceae (3spp.), Cassulaceae (2spp.) y Mimosaceae (2spp.). Todas las PM presentaron CM con diferencias significativas bajo condiciones de vivero, a excepción de *Lepidium virginicum* y *Phytolacca icosandra*. La riqueza total de HMA asociada a 15 PM que presentaron esporas consistió en 22 morfoespecies distribuidas en 12 géneros, donde *Acaulospora*, *funneliformis* y *Entrophospora* aportaron la mayor riqueza de especies de HMA. *Funneliformis mosseae* tuvo mayor presencia (11 plantas), seguido de *Acaulospora laevis* (7 plantas) y *Acaulospora spinosa* (6 plantas). El análisis de las propiedades del suelo indicó diferencias significativas en el pH, porcentaje de MOS y fósforo asimilable (Pi). Diversas investigaciones indican que la inoculación de los HMA en las PM mejora su crecimiento, nutrición y concentración de metabolitos secundarios. Esta investigación indicó que la propagación de las PM en el vivero chimalxochipán con sustratos que llevan propágulos de HMA son fundamentales para obtener plantas más saludables, además, el análisis de las propiedades del suelo sugiere grupos de PM con determinados requerimientos de pH, MOS y Pi; lo cual en conjunto se pueden generar estrategias de propagación en vivero de PM nativas de México.



Efecto de raíces micorrizadas de *Capsicum annuum* y micelio fúngico sobre la diversidad, distribución y grupos tróficos de amebas del suelo

Cortés-Pérez, S¹, Ferrera-Cerrato, R¹, Rodríguez-Zaragoza, S² y Alarcón, A¹

¹Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo 56264, Texcoco, Estado de México.

²Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Av. de los Barrios 1, Hab Los Reyes Ixtacala Barrio de los Árboles/Barrio de los Héroes, 54090 Tlalnepantla, México.

sandracortesperez04@gmail.com

El crecimiento y la nutrición vegetal dependen de los nutrientes aportados por el microbioma rizosférico, donde interactúan bacterias promotoras del crecimiento vegetal, hongos micorrízicos arbusculares (HMA), y protistas. Los protistas heterótrofos, como las amebas, desempeñan un papel clave al depredar bacterias, hongos y otros microorganismos, lo que impacta la estructura microbiana y el reciclaje de nutrientes. Este estudio evaluó el efecto de las hifas de los HMA (*Funnelliformis mosseae* y *Entrophospora clarioidea*) inoculados como cultivo mixto, así como de las raíces micorrizadas de plantas de chile (*Capsicum annuum*), sobre la estructura y la distribución de amebas, en microcosmos. Se utilizaron cajas micorrizosféricas con suelo franco esterilizado e inoculado; cada caja tenía tres compartimentos separados por una malla que permitía el paso de hifas, pero no de raíces.

Después de 70 días del establecimiento del chile (plantas con fruto), se realizó el muestreo de suelo en perfiles verticales (3, 6 y 9 cm de profundidad) y horizontales en cada compartimento. Se identificaron 102 morfoespecies de amebas de vida libre. La comunidad de amebas mostró variaciones en su estructura a lo largo de los perfiles verticales, y entre compartimentos, ya sea con raíces micorrizadas, micelio o suelo desnudo. Los compartimentos con raíces micorrizadas y con micelio presentaron mayor riqueza de especies y abundancia de amebas en comparación con el suelo desnudo, donde la distribución de especies fue más heterogénea. El índice de Shannon fue mayor en el suelo del compartimento donde solo crecía el micelio (1.96), indicando mayor diversidad. Se observó un aumento notable en el número de individuos en el compartimento con la raíz micorrizada, y una mayor riqueza específica en el compartimento donde solo crecía el micelio. Las amebas bacterívoras dominaron en los 3 compartimentos del microcosmo, especialmente en el compartimento donde crece el micelio. También se registraron especies fungívoras y depredadoras de otros protistas, principalmente en el compartimento con micelio. El recambio de especies fue más alto en el suelo con el micelio, lo que sugiere que la influencia de las raíces y de los HMA se extiende más allá de la rizósfera, estructurando comunidades diferentes de amebas en los compartimentos de los microcosmos.



Diversidad de especies glomerocárpicas macroscópicas en México: Taxonomía y síntesis micorrízica arbuscular

Javier I. de la Fuente¹, Ronald Ferrera-Cerrato¹, Jesús García-Jiménez², Dulce Jazmín Hernández-Melchor¹, Alejandro Alarcón¹

¹Microbiología, Posgrado de Edafología. Colegio de Postgraduados km 36.5, Montecillo 56264, Estado de México, México.

²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (ITVC). Boulevard Emilio Portes Gil #1301, Ciudad Victoria 87010, Tamaulipas, México.
jdelafuenteitcv@gmail.com

Las especies glomerocárpicas son aquellas capaces de producir esporomas macroscópicos, con cientos o miles de esporas con o sin un peridio definido. En México, los estudios taxonómicos sobre este grupo de hongos son limitados. Al igual que el resto de las especies del Phylum Glomeromycota, éstas son capaces de formar micorriza arbuscular, aunque no hay estudios sobre la síntesis de estas especies en México. Este trabajo presenta avances sobre i) el estudio taxonómico de las especies glomerocárpicas, y ii) sobre su síntesis utilizando plantas trampa. Se realizaron exploraciones micológicas en la península de Yucatán siguiendo los protocolos clásicos para recolectar trufas y pseudotrufas. Los materiales fúngicos fueron curados, identificados y depositados en el herbario ITCV. Por otra parte, para la síntesis micorrízica se utilizó la especie *Redeckera fulva*, por ser la más abundante. Los glomerocarpos frescos se colocaron en agua destilada, cuya suspensión de esporas se agregó a un sustrato estéril [peat moss, agrolita y perlita (60:20:20%, respectivamente)]. Para la propagación de *R. fulva*, se usaron plantas de papaya (*Carica papaya*), maíz (*Zea mays*) y ramón (*Brosimum alicastrum*). Después de tres meses de crecimiento en invernadero, se recolectaron raíces, se aclararon y tiñeron con azul de tripano, para observar estructuras como micelio interno, arbuscúlos o vesículas. Se identificaron ocho especies glomerocárpicas de los géneros *Diversispora*, *Dominikia*, *Glomus*, *Sclerocystis*, *Redeckera*. Por primera vez para México se registra a *G. segmentatum*, la cual se conocía en Belice y Cuba; y dos especies de *Redeckera* que no coinciden con especies descritas a la fecha, por lo que podrían ser especies nuevas para la ciencia. Las raíces mostraron micelio cenocítico, con abundantes vacuolas, y colonización tipo *Paris*. El porcentaje más bajo se obtuvo en papaya (16%), seguido del maíz (23%) mientras que en ramón se observó hasta 60% de colonización. Las especies glomerocárpicas representan gran interés debido a la abundante producción de esporas; sin embargo, los experimentos exitosos son limitados. Se recomienda continuar con estudios de la síntesis micorrízica de este grupo de glomeromicetos, así como de la descripción de posibles especies nuevas.



Efecto de diferentes biofertilizantes nativos en el frijol negro delgado cultivado bajo temporal en Suchilquitongo, Oaxaca

Eric Guillermo Echeverría-Pérez¹, Ernesto Castañeda-Hidalgo^{2§}, Celerino Robles³,
Gisela Margarita Santiago Martínez², Verónica Martínez-Gallegos³

¹Instituto Tecnológico del Valle de Etla, Tecnológico Nacional de México. Abasolo S/N, Barrio del Agua Buena, Santiago Suchilquitongo, Oaxaca, México. C.P. 68230.

²Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Tecnológico Nacional de México. Ex hacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. C.P. 71233.

³Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Oaxaca. Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. C.P. 71230.

§Correo: casta_h50@hotmail.com

El frijol es una leguminosa de importancia socioeconómica y alimenticia universal, al ser rica en proteínas, minerales y vitaminas. El rendimiento promedio para Oaxaca, México es de 700 kg ha⁻¹. Investigaciones actuales se orientan al empleo de biofertilizantes elaborados con cepas nativas de hongos micorrícicos arbusculares (HMA), empleados como biofertilizantes para el cultivo, al ser efectivas y con potencial similar a la fertilización mineral. Su uso mejora el rendimiento del cultivo, al ser habitantes naturales del suelo que viven en simbiosis con el 80% de las especies vegetales terrestres; además, favorecen la absorción de agua y nutrimentos por las plantas, mayor tolerancia al estrés hídrico por trasplante, presencia de metales pesados y protección contra fitopatógenos del suelo. El objetivo de la investigación fue evaluar la respuesta de diferentes biofertilizantes formulados con HMA nativos en el rendimiento de *Phaseolus vulgaris* L. bajo temporal en Suchilquitongo, Oaxaca. El experimento se estableció en una parcela del paraje La Salina entre julio y noviembre de 2023. Se evaluaron cuatro consorcios de HMA nativos extraídos de muestras de suelo rizosférico con cultivo de frijol, un testigo blanco y un testigo con aplicación de sulfato de amonio como lo manejan los productores locales. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones, con 10 unidades experimentales por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: tasa relativa de crecimiento en altura (TRCA, cm/semana), tasa relativa de crecimiento en diámetro (TRCD, mm/semana), peso seco de raíz (PSR, g), peso seco aéreo (PSA, g), rendimiento (REND, kg ha⁻¹) y colonización micorrícica (MIC, %). El análisis se realizó con el paquete estadístico SAS versión 9.4® mediante un resumen de medias $\pm$ el error estándar y agrupación Tukey ($\alpha=0.05$). Los inóculos formulados a base de HMA nativos promueven el crecimiento en la TRCA (8.2 ± 1.01 cm/semana), PSA (6.6 ± 1.5 g) y REND (430.2 ± 83 kg ha⁻¹) con respecto al testigo blanco y representan una posibilidad para reducir insumos externos en la producción de frijol negro delgado en la región.

Palabras clave: hongos micorrícicos, inóculos.



Interacción de *Koeberlinia spinosa* y *Yucca elata* con el suelo y hongos micorrízicos arbusculares en un matorral xerófilo del norte de Chihuahua

Paola Margarita Estupiñan Villarreal¹; Ana Isabel Ortega Gurrola¹; Miroslava Quiñónez Martínez¹; José Valero Galvan¹; Fortunato Garza Ocañas²; Silvia Margarita Carrillo Saucedo³

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Av. Plutarco Elías Calles #1210 Fovissste Chamizal, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. CP.32315.

²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Km 145 Nacional 85, Linares, Nuevo León. CP. 67700.

³ Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM-Campus Morelia Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701 Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta C.P. 58190 Morelia, Michoacán paola.estupinan98@gmail.com

El matorral xerófilo es la comunidad vegetal característica del norte de Chihuahua, donde las especies vegetales presentan estrategias para tolerar temperaturas extremas y baja precipitación. Una de ellas es la interacción mutualista con el microbiota del suelo, particularmente con hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Estos hongos se asocian con las plantas, permitiendo un beneficio mutuo. El objetivo fue analizar la colonización micorrízica y la densidad de esporas en dos arbustos perennes y su relación con propiedades edáficas en el ANP Médanos de Samalayuca, Chihuahua. Las especies fueron seleccionadas por los pocos estudios ecológicos actuales; corresponden a *Koeberlinia spinosa* y *Yucca elata*. La hipótesis es que la densidad de esporas y colonización micorrízica varía de acuerdo con la especie vegetal, temporada y está relacionada con algún nutriente del suelo asociado al matorral xerófilo. Se realizaron muestreos en febrero, junio y septiembre de 2024. Se tomaron muestras de raíces finas, las cuales fueron teñidas para la obtención del porcentaje de colonización (Phillips y Hayman, 1970). Así mismo, se tomaron 100 gramos de suelo rizosférico y mediante el método de tamizado y decantación en húmedo (Gerdemann y Nicolson, 1963) seguido de centrifugación con una solución de sacarosa al 70 % se realizó la extracción de las esporas de HMA de cada muestra para la obtención de la densidad total. Se obtuvieron muestras compuestas de suelo cercano a la rizosfera de las plantas para llevar a cabo los análisis fisicoquímicos y de textura, principalmente: materia orgánica, nitratos, fósforo disponible y elementos. Los resultados de suelo fueron bajos en materia orgánica y fósforo. Sin embargo, los niveles de potasio, calcio y sodio fueron considerablemente altos, así como el magnesio en septiembre. Respecto a colonización total, en raíces de *Koeberlinia spinosa* se encontró una colonización del 30% en febrero a 50% en septiembre; en *Yucca elata* fue inverso, ya que en febrero fue mayor el porcentaje de colonización. En cuanto a densidad de esporas, febrero fue el mes más bajo, con valores de 22 a 67 esporas/100g, aumentando en junio, con valores de 155 a 215, posiblemente dado por el efecto del cambio de temperatura. Los valores en comparación a especies de área tropicales o templadas son considerablemente menores por ser zonas áridas. Estos resultados, indican la importancia de estudiar las interacciones entre plantas y HMA en matorral xerófito para mejorar la comprensión del funcionamiento de sus ecosistemas.



Producción de inoculantes a partir de diferentes estructuras de propagación de los HMA

García-Sánchez Rosalva, Ramos Figueroa Sandra Enriqueta, Andrade Pérez, Josué Arturo, Malváez Muños Alexandra y Villanueva Morán Karla Vanesa.

Carrera de Biología. Facultad de Estudios Superiores-Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. 5 de mayo s/n. Col. Ejército de Oriente, Iztapalapa, 09230.
Correo: rosalvags@unam.mx

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) se propagan a partir de esporas, hifas del suelo o raíces previamente colonizadas, estructuras que están de manera natural en los suelos, ante la creciente demanda de HMA como inoculantes biológicos, surge la necesidad de explorar métodos de propagación eficientes para mejorar el cultivo de plantas medicinales. El objetivo fue evaluar tres experimentos de propagación de HMA en invernadero. En el experimento 1(E1) se empleó un consorcio de raíces previamente colonizadas de plantas medicinales del vivero Chimalxochipan, se propagaron con maíz y pasto en un sustrato estéril, durante 6 meses. En el experimento 2 (E2) se emplearon esporas contenidas en suelo colectado en matorrales de Santiago de Anaya Hidalgo, mismas que se propagaron en dos sustratos suelo-arena silica y arena Otawa, con pasto italiano, cebolla y alfalfa como plantas trampa, se realizaron tres ciclos de masificación a lo largo de un año. En el experimento 3 (E3) se emplearon esporas de suelo rizosférico de plantas medicinales de un bosque templado de Taxco de Alarcón, Guerrero, se usó maíz, se mantuvo durante 4 meses. Los resultados del E1 fue la obtención de raíces de las plantas trampa colonizadas (inoculo de raíz), no se obtuvieron esporas. En el E2 se logró propagar esporas en todos los ciclos, sin embargo, la mayor abundancia se presentó en el ciclo 3 en el sustrato suelo-arena silica con pasto italiano, la cebolla fue la planta que menos propago estas esporas, en la propagación de los ciclos uno y dos no existieron diferencias estadísticas significativas, en este caso no se revisó la riqueza. En el E3 se obtuvo un 22% de propagación de esporas con un aumento en la riqueza de morfotipos. Las raíces colonizadas funcionan bien como inoculante hasta por dos ciclos formando simbiosis funcional con los hospederos en menor tiempo. Las esporas del matorral tuvieron mayor potencialidad para propagarse en número de esporas, pero no en riqueza de morfotipos, mientras que los suelos de bosque se propagaron en menor proporción, pero con mayor riqueza de morfotipos, un punto a considerar es que estos experimentos no se realizaron simultáneamente, es necesario verificar estos resultados sometiéndolos a las mismas condiciones ambientales y hospederos. Se concluye que los inóculos de raíz pueden ser tan eficientes como los que provienen de esporas, facilitan la formación de simbiosis y reducen el tiempo de inoculación, sin embargo, es un reto lograr la esporulación.



La micorriza arbuscular en plantas nativas e introducidas: dinámica de la colonización intrarradical

Gonzalez-Cruz Kelly Michelle^a, Vázquez-Santos Y^a., Castillo-Argüero S^a., Martínez-Orea Y^a .

^a Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
Correo del responsable: kellymgc03@gmail.com

Los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) establecen una asociación mutualista con las raíces de la mayoría de las plantas terrestres. Diversos factores, como la temporalidad y los atributos biológicos del hospedero, influyen en la interacción planta-HMA y, por lo tanto, en la colonización intrarradical. El objetivo de este estudio fue evaluar el porcentaje de colonización intrarradical de los HMA en dos especies de plantas nativas y dos introducidas en diferentes temporadas del matorral xerófilo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), Ciudad de México. Se seleccionaron dos sitios dentro de la Zona Núcleo Oriente de la REPSA, donde se marcaron cinco individuos de cada una de las siguientes especies: *Leonotis nepetifolia* y *Rhynchelytrum repens* (introducidas) y *Montanoa tomentosa* y *Brickellia secundiflora* (nativas). La colecta de raíces finas se realizó una vez en la temporada seca (mayo-2024) y otra en la temporada lluviosa (septiembre-2024). Las raíces fueron teñidas siguiendo el método de Phillips y Hayman (1970), y el porcentaje de colonización de las raíces fue cuantificado mediante el método de McGonigle et al., (1990). Para evaluar diferencias en la colonización de estructuras fúngicas entre especies de plantas y temporadas, se realizó una prueba ANOVA para hifas, y pruebas de Kruskal-Wallis para vesículas, arbuscúlos y esporas. Los resultados mostraron diferencias significativas en hifas entre especies ($F=3.2490$, $p<0.05$) y en la interacción especie:temporada ($F=4.3378$, $p<0.05$). En vesículas, la temporada tuvo un efecto significativo ($\chi^2= 9.0845$, $p<0.05$), pero no así para la especie ($\chi^2= 4.9529$, $p = 0.17$). Para los arbuscúlos, se observaron diferencias significativas entre temporadas ($\chi^2= 10.215$, $p< 0.005$) y entre especies ($\chi^2= 13.653$, $p<0.05$). Finalmente, para las esporas, no hubo diferencias significativas entre temporadas ($\chi^2= 2.9078$, $p = 0.08815$) pero si entre especies ($\chi^2= 15.72$, $p<0.005$). Estos resultados indican que tanto la temporalidad como la identidad de la especie de planta influyen en la colonización de estructuras fúngicas. En este caso, se observaron diferencias significativas en plantas nativas e introducidas sólo en arbuscúlos. Sin embargo, al considerar a la especie sin tomar en cuenta su estatus nativo o introducido, se observaron diferencias significativas en la mayoría de las estructuras fúngicas.

Palabras clave: Colonización, temporada, hospedero, estructuras fúngicas, matorral xerófilo, planta nativa, planta introducida



**Hongos micorrízicos arbusculares y actividad microbiana en jales mineros:
potencial para promover el crecimiento de
plantas Fitoestabilización jales mineros**

Elizabeth Hernández-Acosta¹, Dora Trejo-Aguilar² y Elizabeth García-Gallegos³

¹Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos, Carretera Federal México-
Texcoco Km 38.5, C.P. 56230 Texcoco, Estado de México, México.
ehernandez@chapingo.mx.

²Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas Circuito Universitario
Gonzalo Aguirre Beltrán Sn, 91000 Xalapa de Enríquez, Veracruz, México.

³Laboratorio de Recursos Naturales, Centro de Investigación en Genética y Ambiente,
Universidad Autónoma de Tlaxcala.

Los centros de extracción minera liberan al medio ambiente cantidades considerables de elementos tóxicos, que persisten durante largos periodos de tiempo, por lo que su remediación es necesaria para la salud humana. La simbiosis micorrízica arbuscular mejora la resistencia de las plantas al estrés biótico y abiótico, y ayuda a la adsorción de nutrientes bajo estrés por metales pesados. Por otro lado, la actividad microbiana del suelo juega un papel clave en la rehabilitación de sitios contaminados como los jales de mina. Los microorganismos degradan los compuestos tóxicos, algunos muestran tolerancia a metales pesados, y facilitan la recuperación del ecosistema al interactuar sinérgicamente con las raíces promoviendo el establecimiento de las plantas. El presente estudio pretende determinar las plantas micotróficas establecidas en los jales de mina, su relación con la actividad microbiana y con las características fisicoquímicas de jales. Se realizó una caracterización física, química y vegetal de los jales de mina y se evaluaron el porcentaje de colonización micorrízica, la actividad microbiana y las concentraciones de plomo, cadmio, níquel y zinc. Los resultados mostraron que los jales presentaban un pH neutro, muy baja de materia orgánica, un contenido medio de nitrógeno, un alto contenido de fósforo y potasio, una baja disponibilidad de calcio y una disponibilidad media de magnesio. Se identificaron once especies, de nueve familias, cuatro especies eran arbustos, tres especies eran árboles, tres especies eran herbáceas y una especie era un cactus; 10 de ellas son perennes. Los porcentajes de colonización oscilaron entre el 11 y el 91%, y los valores de actividad microbiana entre 6 y 42 μg de p-nitrofenol g^{-1} de suelo seco. Se encontraron concentraciones de plomo de 10.63 mg kg^{-1} , de cadmio de 0.58 mg kg^{-1} , de níquel de 0.20 mg kg^{-1} y zinc de 36.21 mg kg^{-1} . Los datos obtenidos mostraron que las plantas estaban colonizadas por hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y que la zona de la rizosfera presentaba diversos niveles de actividad microbiana, condiciones que podría permitir una mayor tolerancia a situaciones de estrés presente en los jales. Ambos factores, en conjunto, facilitan la recuperación del ecosistema al interactuar sinérgicamente con las raíces, promoviendo el establecimiento y crecimiento de las plantas.

Palabras clave: microorganismos, jales mineros, elementos tóxicos, cobertura vegetal, simbiosis.



La micorriza arbuscular en el crecimiento de pastos y en la fitoestabilización de jales de mina

Elizabeth Hernández-Acosta¹, Dora Trejo-Aguilar² y Katia M. Montoya Castillejos²

¹Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos, Carretera Federal México- Texcoco Km 38.5, C.P. 56230 Texcoco, Estado de México, México.

²Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán Sn, 91000 Xalapa de Enríquez, Veracruz, México. Correo: ehernandez@chapingo.mx

La actividad minera genera grandes volúmenes de residuos conocidos como jales de mina, los cuales representan un riesgo para el ambiente y la población, por su dispersión provocada por el viento y el agua. Una estrategia para mitigar este impacto ambiental es la fitoestabilización, que consiste en el establecimiento de cobertura vegetal capaz de reducir la erosión y movilización de partículas. La micorriza arbuscular mejora la tolerancia al estrés abiótico en plantas que crecen en condiciones adversas, como los suelos degradados o contaminados; sin embargo, su papel en la adaptación y crecimiento de pastos en los jales de mina se ha explorado poco en México. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de las micorrizas arbusculares en el establecimiento y desarrollo de tres especies de pastos (*Cynodon dactylon*, *Festuca arundinacea* y *Bracharia brizantha*) sembradas en jales de mina, para identificar su potencial en la estabilización de partículas. Se realizó una caracterización física y química de los jales provenientes del estado de Hidalgo, México. En condiciones de invernadero, se estableció un diseño experimental factorial con tres factores: 1) especies de pasto (*Cynodon dactylon*, *Festuca arundinacea*, *Bracharia brizantha*); 2) tipo de inóculo (Testigo, Inoculo nativo, Inoculo Rizofermic), y 3) porcentaje de jal de mina (0%, 50% y 100%), con cuatro repeticiones por tratamiento. Se evaluaron las variables altura de la planta, peso seco de raíces y parte aérea, colonización micorrízica y número de esporas. Se aplicó análisis de varianza y la prueba de medias Tukey ($\alpha=0.05$). De acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000, los jales mostraron una densidad aparente baja (1.21 g cm^{-3}), pH neutro (7.11), muy bajo contenido de materia orgánica (0.48 %), contenido medio de nitrógeno (24.38 mg kg^{-1}), concentraciones elevadas de fósforo (15.06 mg kg^{-1}) y potasio (1.59 mg kg^{-1}), contenidos normales de Plomo (10.63) y Níquel (0.20), adecuado de Zinc (36.21) y peligroso de Cadmio (0.58).

El pasto de la especie *Festuca arundinacea* presentó la mayor producción de materia seca (3.25 g) y porcentaje de colonización micorrízica (61 %), mientras que la especie *Bracharia brizantha* mostró el mayor número de esporas (522 esporas en 100 gramos de jal), ambos cuando fueron inoculados con Rhizofermic. Los resultados indicaron que las especies *Festuca arundinacea* y *Bracharia brizantha*, inoculadas con micorriza, lograron adaptarse y crecer en los jales de mina, por lo que representan una opción posible para su uso en estrategias de fitoestabilización.



Caracterización de la comunidad hongos formadores de micorrizas orquidoides en cortezas de *Quercus castanea* y *Q. rugosa*

Hernández-Álvarez Gustavo¹, Mondragón Demetria¹, Narváez-Zapata Jose²

¹instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca, Calle Hornos No. 1003, C.P. 71230 Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

²instituto Politécnico Nacional. Centro de Biotecnología Genómica. Boulevard del Maestro s/n. esq. Elías Piña, Col. Narciso Mendoza, C.P. 88700, Reynosa, Tamaulipas, México. Correo: gusheral180472@gmail.com

Los hongos formadores de micorrizas son fundamentales para las orquídeas, especialmente durante su germinación. Estudios previos han demostrado que las características de cada especie arbórea influyen en la comunidad fúngica asociada a su corteza. Sin embargo, son escasos los trabajos que evalúen específicamente la comunidad de hongos micorrícicos en cortezas de diferentes especies de árboles. En este estudio, se evaluó la comunidad de hongos micorrícicos asociados a cortezas de *Quercus castanea* y *Q. rugosa*. Estas especies fueron seleccionadas debido a que las comunidades de orquídeas epífitas difieren entre ellas. En enero de 2024, se recolectaron 5 cm³ de corteza de diferentes individuos: 4 de *Q. rugosa* y 3 de *Q. castanea*, a una altura de 1.5 metros. Las muestras se obtuvieron con un bisturí estéril y se transportaron al laboratorio, donde se realizó la extracción de ADN. Posteriormente, se llevó a cabo una PCR con cebadores afines a hongos formadores de micorrizas orquidoides. La secuenciación se realizó mediante la plataforma Illumina. Para el análisis bioinformático, se utilizó QIIME2. se aplicaron un análisis de diversidad alfa mediante números de Hills. Para la comparación estadística, se empleó la prueba U de Mann-Whitney. Finalmente, para determinar la diversidad beta en las comunidades de hongos micorrícicos entre los árboles, se aplicaron análisis de ANOSIM y PERMANOVA. En *Q. castanea*, los valores de diversidad fueron: q0 (33.3 ± 4.62), q1 (1.99 ± 0.48) y q2 (1.490 ± 0.334). Para *Q. rugosa*, los valores fueron: q0 (52.2 ± 36.1), q1 (5.6 ± 3.02) y q2 (3.30 ± 1.58). El índice de Shannon mostró que la diversidad alfa en *Q. castanea* (0.66 ± 0.23) fue estadísticamente menor que en *Q. rugosa* (1.60 ± 0.57) ($W = 0$, g.l. = 5, $p = 0.05$). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas asociadas a las cortezas de las dos especies de encinos, según el ANOSIM ($F = 0$, $p = 1$) y el PERMANOVA ($F = 1$, $p = 0.16$). Los géneros más abundantes identificados fueron *Sebacina* y *Serendipita* los cuales son saprobios y forman micorrizas con orquídeas. En conclusión, la diversidad alfa de hongos micorrícicos asociados a las cortezas de estas especies de encinos puede variar entre *Q. castanea* y *Q. rugosa*. No obstante, la composición de la comunidad de hongos micorrícicos entre especies no varió.



Ectomicorrizas de *Gymnopodium floribundum*, *Coccoloba spicata* y *C. cozumelensis* (Polygonaceae) en Yucatán, México

Flor Elizabeth Herrera-Pérez¹, Julieta Álvarez-Manjarrez² y Juan Pablo Pinzón-Esquivel¹

¹Departamento de Botánica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Km. 15.5. Carretera Mérida – Xmatkuil. Mérida, Yucatán, México. ²Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Zona Deportiva sin número, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México, México. *email: felizabeth.herrera@gmail.com

Las asociaciones micorrízicas facilitan el intercambio de compuestos y nutrientes entre hongos y plantas en las raíces. El estudio de las ectomicorrizas ha sido común en regiones boreales y templadas, y en menor medida en bosques tropicales. En Yucatán, este es el primer estudio morfo-anatómico de ectomicorrizas. Caracterización de morfotipos ectomicorrízicos de tres especies de la familia Polygonaceae. Identificar mediante la amplificación de código de barras, a los hongos que forman las ectomicorrizas. Los muestreos se realizaron en la temporada de lluvias en 2023 y 2024 en Xmatkuil, Mérida y Becanchén, Tekax, Yucatán. La recolección de raíces se realizó mediante el método de rastreo desde el tronco. Las raíces se observaron bajo el microscopio estereoscópico para corroborar la presencia de ectomicorriza (ECM). Después, se hicieron cortes anatómicos, se fotografiaron en un microscopio óptico y se caracterizaron los morfotipos siguiendo la guía de Agerer para ectomicorrizas. Los morfotipos abundantes se estudiaron molecularmente con secuencias de ITS para la identificación del micobionte. En total se describieron 20 morfotipos ectomicorrízicos con caracteres reportados para las ectomicorrizas tropicales: mantos zonados, cistidios, ausencia de ramificación y presencia de la red de Hartig. Con la amplificación del ITS encontramos numerosas bandas por muestra y únicamente se logró secuenciar un morfotipo correspondiente al género *Marasmiellus*, asociado a *G. floribundum*. Los morfotipos de *Coccoloba* coinciden con otros previamente descritos en el trópico, destacando la abundancia de rizomorfos y la red de Hartig paraepidermal; asimismo, los cistidios observados pueden compararse con características asociadas a la familia Thelephoraceae observados en morfotipos descritos en el trópico mexicano y Brasil. La falta de estudios previos limitó la comparación de los morfotipos de *Gymnopodium floribundum* con especies del mismo género; y aunque el micobionte (*Marasmiellus* sp.) asociado a uno de los morfotipos de esta especie no es conocido por ser ECM, estudios recientes han demostrado que pueden formar láminas miceliarias similares a mantos alrededor de las puntas de las raíces, así como redes hifales intracelulares semejantes a una red de Hartig. Este trabajo es un primer acercamiento al estudio de las ECM en Yucatán y presenta las primeras descripciones de morfotipos para tres especies de Polygonaceae. Cabe resaltar que corroboramos que estas especies son hospederas ectomicorrízicas con una gran diversidad de morfotipos.



**Análisis micromorfométrico: una alternativa complementaria para evaluar la
relación entre la formación de agregados y el micelio micorrízico**

Arturo Jiménez-Martínez^{1,2}, Carmen Gutiérrez-Castorena¹, *Noé Manuel Montaña*^{3*},
Edgar V. Gutiérrez-Castorena⁴, Alejandro Alarcón⁵, Mayra E. Gavito⁶, Tania González-
Vargas^{1,7}, Jesús Pérez-Moreno⁵

¹ Posgrado de Edafología, Área de Génesis, Morfología y Clasificación de Suelos.
Colegio de Postgraduados, Montecillo, 56230 Texcoco, Estado de México.

² Posdoctorante del SECIHTI Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas
y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa. Av. Ferrocarril
de San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1a Sección, 09310, Ciudad de México.

³ Departamento de Biología, Área de Botánica, División de Ciencias Biológicas y de la
Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa. Av. Ferrocarril de San
Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ª Sección, Iztapalapa, 09310, Ciudad de México.

⁴ Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Francisco I. Madero
s/n, Ex Hacienda el Cañada. 66050 Cd. Gral. Escobedo, Nuevo León.

⁵ Posgrado de Edafología, Área de Microbiología, Colegio de Postgraduados, Campus
Montecillo, 56230 Texcoco, Estado de México.

⁶ Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional
Autónoma de México campus Morelia. Antigua Carretera a Pátzcuaro No.8701, Ex
Hacienda de San José de la Huerta, 58190 Morelia, Michoacán.

⁷ Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, UNAM
Campus Juriquilla. Boulevard Juriquilla 3001, Santiago de Querétaro, 76230, Querétaro.

*email: nmma@xanum.uam.mx

Mucho se ha reportado sobre el papel del micelio de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y ectomicorrízicos (HEM) durante la formación y estabilidad de agregados en diferentes clases de suelo y sustratos. Sin embargo, la mayoría de estos estudios se han llevado a cabo de forma destructiva, alterando con esto, no solamente al espacio poroso, sino la relación con los demás componentes bióticos (bacterias, materia orgánica, mesofauna) y abióticos como los minerales. Asimismo, la cuantificación del micelio también puede sobreestimarse al no evaluar realmente su relación directa con la formación de macro y microagregados. Así, los modelos sobre agregación sólo consideran una cantidad reducida de especies de HMA y HEM generalizando la relación entre las partículas, así como la distribución de los demás componentes involucrados en la formación de los agregados. En el presente estudio se propone a la micromorfología y microcartografía de secciones delgadas, las cuales utilizan diferentes tipos de luz empleando un microscopio petrográfico que resalta edaforrasgos para evidenciar, *in situ*, la distribución micelial en diferentes tipos de poros, partículas inorgánicas, orgánicas y otros componentes de la biota constituyendo micro y macroagregados. Con lo que se demuestra que los HMA y HEM, no siempre se ajustan a la teoría jerárquica de la agregación como distintas investigaciones lo reportan. Asimismo, esta aproximación, implica el uso de sistemas de información geográfica para la construcción de mosaicos de alta resolución generados a partir de fotografías secuenciales a 10× con lo que se evita el problema de resolución cuando se observan componentes del suelo de diferente



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

tamaño. También, a través de la clasificación supervisada, se obtienen mapas temáticos con los que se analizan con precisión la interacción y el número exacto de macro y microagregados de diferente forma y tamaño (áreas), además de los diferentes tipos de micelio micorrízico (HMA y HEM) asociados a su proceso de formación. Se concluye que los estudios micromorfológicos y micromorfométricos son una alternativa complementaria a las técnicas destructivas para comprender de mejor manera la interacción de los hongos micorrízicos con diferentes componentes de la biota edáfica y en la agregación de partículas órgano-minerales en el suelo.



**Rasgos de raíces de chile serrano en asociación con hongos rizosféricos
benéficos y el patógeno *Phytophthora capsici***

John Larsen¹, Lorène Siegwart², Marcela Sarabia¹, David Collinge² and Birgit Jensen²

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, México.

²Department of Plant and Environmental Sciences, University of Copenhagen, Frederiksberg, Denmark.

Las raíces son cruciales para la absorción de agua y nutrientes en las plantas. Por otro lado, los patógenos de las raíces como *Phytophthora capsici*, causante de la marchitez, pueden causar graves daños en cultivos hortícolas como el chile. El manejo de esta enfermedad se centra en prácticas culturales (rotación de cultivos) y el uso de plaguicidas. No obstante, hongos rizosféricos benéficos, como los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y de otros gremios ecológicos (hongos entomopatógenos, levaduras y antagonistas), representan una alternativa biológica sostenible. Sin embargo, se necesita mayor comprensión sobre las interacciones entre estos hongos benéficos y su influencia en el desarrollo integral de la planta, abarcando tanto el follaje como las características de la raíz. En este contexto, se llevó a cabo un experimento controlado en cámara de crecimiento con plántulas de chile serrano, considerando tres factores: Factor 1 HMA (con o sin *Rhizophagus irregularis*), Factor 2 Otros hongos benéficos (sin inocular, *Trichoderma harzianum*, *Beauveria bassiana*, *Clonostachys rosea*, *Candida railanensis* y *Meyerozyma guilliermondii*) y Factor 3 Patógeno (con o sin *P. capsici*). Las plantas fueron inoculadas con los hongos benéficos al momento del trasplante, y el patógeno se inoculó cuatro semanas después, realizándose la cosecha dos semanas más tarde. Las variables evaluadas incluyeron el desarrollo de la parte aérea (peso seco y número de unidades reproductivas), de la raíz (peso seco, longitud total y específica, y rangos y promedio del diámetro de las raíces) y el desarrollo de la marchitez (índice de severidad de la enfermedad). Los resultados principales revelaron que la inoculación con *P. capsici* causó marchitez en el chile, la cual se intensificó en combinación con *R. irregularis*, independientemente de los otros hongos benéficos. En general, el patógeno y los hongos benéficos de diferentes gremios ecológicos afectaron diferencialmente las características de las raíces. Mientras que *P. capsici* incrementó la longitud total y específica de las raíces, la inoculación con *R. irregularis* produjo el efecto contrario. En conclusión, la promoción de la marchitez del chile causada por *P. capsici* en presencia de *R. irregularis* parece estar relacionada con alteraciones en los rasgos de las raíces.



Consecuencias del manejo en la fisicoquímica del suelo y hongos micorrizógenos arbusculares en chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*)

Jazmin Araceli López Herrejón^{1*} Rocío Vega Frutis² Carlos Napoleón Ibarra Cerdeña¹
Miguel Ángel Munguía Rosas¹

¹Laboratorio de Ecología Terrestre, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), Km 6 Antigua Carretera a Progreso, C.P. 97203 Mérida, Yucatán, Mexico.. ²Programa Académico de Biología, Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Km. 9 Carretera Tepic- Compostela, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit, Mexico. *email: jazmin.lopez@cinvestav.mx

El suelo alberga ~59% de las especies de la Tierra, y estas juegan un papel determinante en el funcionamiento de los ecosistemas. A pesar de su importancia, la biodiversidad del suelo y su conservación es una frontera poco estudiada debido a lo “intangible de sus procesos”. Los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) son parte del microbioma del suelo. Estos mutualistas obligados, de la mayoría de las plantas terrestres, son importantes para la nutrición de sus hospederos y han sido poco estudiados en agroecosistemas tradicionales. Por otro lado, la fisicoquímica y la riqueza de esporas de HMA podría ser modificada al ser estos agroecosistemas hábitats construidos por el humano, y dominados por plantas domesticadas. La chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) es un modelo ideal para estudiar estos fenómenos debido a su domesticación en la Península de Yucatán y la coexistencia directa con su ancestro silvestre. En el presente trabajo se evaluó el efecto del manejo del suelo a través de un análisis fisicoquímico realizado a 45 hábitats muestreados: 15 huertos familiares, 15 parcelas productivas y 15 selvas, en un gradiente de manejo con tres niveles: intensivo (parcelas productivas), bajo (huertos familiares), y la selva como testigo (hábitat natural). Se colectaron 45 muestras compuestas de suelo a una profundidad de 20 cm por hábitat, el suelo fue homogeneizado y los análisis fisicoquímicos (pH, CE, CIC, P, K, CO, N) se realizaron en el Laboratorio de análisis de Suelos, Plantas y Agua de la Universidad Autónoma de Yucatán. Adicionalmente, se contabilizó la cantidad de esporas de HMA presentes en la rizosfera de la chaya en cinco sitios por hábitat, se usó el método de tamizado y decantación para la extracción de esporas en 100 g de suelo por hábitat. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la concentración de fósforo, este fue mayor en los huertos familiares, mientras que el contenido de carbono orgánico fue mayor en el hábitat selva. Particularmente, la riqueza de esporas (14 morfoespecies) fue mayor en huertos familiares que en la selva (9 morfoespecies). Estos datos sugieren que el manejo del suelo local en agroecosistemas tradicionales juega un rol importante como reservorio de biodiversidad fúngica. Por lo tanto, es importante integrar saberes ecológicos y culturales en estrategias de conservación del microbioma del suelo.



Inducción de tolerancia a *Fusarium oxysporum* en plántulas de *Pinus patula* mediante consorcios de hongos ectomicorrízicos y bacterias auxiliaadoras a la micorrización

Franco Adrián Maceo Figueredo¹, Wendy Sangabriel Conde², Yajaira Baeza Guzmán²,
Dora Trejo Aguilar², Luis Manuel Peña Rodríguez³

¹Maestría en Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090, Xalapa, Veracruz, México ²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090, Xalapa, Veracruz, México.

³Grupo de Química Orgánica, Unidad de Biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43 No. 130, Col. Chuburna de Hidalgo, Mérida, Yucatán CP 97200

Introducción: El "Damping off", causado por *Fusarium oxysporum*, representa una de las principales limitantes en viveros forestales, provocando pérdidas considerables en la producción de *Pinus patula*. Ante esta problemática, las asociaciones simbióticas con hongos ectomicorrízicos (ECM) y bacterias auxiliaadoras de micorrización (BAM) ofrecen una estrategia ecológica para mejorar la resiliencia de las plántulas frente a patógenos del suelo. Objetivo: Evaluar el efecto de la inoculación con hongos ectomicorrízicos nativos y bacterias BAM sobre la tolerancia de *P. patula* a *F. oxysporum*, bajo condiciones controladas de invernadero. Hipótesis: La inoculación temprana de consorcios ECM-BAM incrementa la tolerancia de *P. patula* al patógeno mediante la activación de respuestas morfofisiológicas y bioquímicas de defensa. Materiales y Métodos: Plántulas fueron inoculadas con el hongo ectomicorrízico *Infundibulicybe geotropa* y tres cepas BAM (*Pseudomonas putida*, *Pseudomonas aff. quindaonensis* y *Citrobacter freundii*) en presencia o ausencia de *F. oxysporum*. Se aisló e identificó el fitopatógeno mediante métodos morfológicos, moleculares y pruebas de patogenicidad. Se cuantificaron polifenoles totales y actividad antioxidante en rizosfera y raíces mediante extractos etanólicos. El análisis estadístico se realizó con ANOVA factorial en RStudio. Resultados: Todos los tratamientos presentaron altura menor a 12 cm y diámetro basal inferior a 2.5 mm, indicando baja calidad morfológica según la NOM-170. La colonización ectomicorrízica aumentó 25% en tratamientos enfermos co-inoculados respecto a los sanos. El índice de Dickson mostró valores menores a 0.5 en todos los tratamientos. El tratamiento *P. aff. quindaonensis* + *F. oxysporum* presentó una esbeltez de 5.4, sugiriendo mayor resistencia a estrés abiótico. El porcentaje de lignificación aumentó entre 25-30% en plantas enfermas co-inoculadas. La inoculación con *P. putida* mostró el mayor contenido de polifenoles en rizosfera, mientras *C. freundii* incrementó 5 veces los niveles en plantas sanas respecto a enfermas. El tratamiento *P. quindaonensis* + *I. geotropa* sin patógeno presentó la mayor actividad antioxidante en raíces. Discusión: Aunque las plántulas no alcanzaron estándares de calidad morfológica, la inoculación con consorcios ECM-BAM activó mecanismos bioquímicos defensivos. El aumento de polifenoles, lignificación y actividad antioxidante sugiere una respuesta sistémica inducida que podría compensar las deficiencias morfológicas iniciales y conferir resistencia al estrés biótico y abiótico. Conclusiones: La co-inoculación de *I. geotropa* con bacterias



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

BAM mejoró la tolerancia de *P. patula* a *F. oxysporum* mediante mecanismos bioquímicos, respaldando el potencial de herramientas microbiológicas en programas de sanidad vegetal en viveros forestales. Estos resultados abren perspectivas para integrar consorcios microbianos en estrategias de manejo sostenible de plántulas forestales.



El uso de composta mejora la nutrición fosforada mediada por los hongos micorrícicos arbusculares

Yeimi Danae Martínez Camacho¹, Ignacio Eduardo Maldonado Mendoza², Luis Raúl Tovar Gálvez¹

¹Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, IPN. Calle 30 de junio de 1520 s/n, La Laguna Ticomán, CP 07340, Ciudad de México. ²Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral, Unidad Sinaloa, IPN. Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes 250, San Joachin, CP 81101, Guasave, Sinaloa. yei.dan.mac@gmail.com

Debido al creciente costo económico y ambiental de la fertilización fosfatada se explora el uso de composta y hongos micorrícicos arbusculares (HMA) como una alternativa sostenible. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la composta de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y un consorcio de HMA en el fósforo (P) del suelo y del maíz. La hipótesis fue que la adición de composta e inóculo de HMA al suelo mejorarían la adquisición de P del maíz. En un invernadero se llevó a cabo un experimento de 53 días para medir el P disponible y P total del suelo, el contenido de P de raíces y hojas, la clorofila, el peso seco de las plantas y la colonización micorrícica. Los factores probados fueron: esterilización del suelo (sí o no), fertilización (con o sin) e inoculación (con o sin). Se encontró que la esterilización del suelo favoreció un mayor contenido de P en el suelo y hojas, así como un mayor contenido de clorofila total. También se observó que la inoculación redujo el peso seco de las plantas y el P del suelo, pero la fertilización con composta amortiguó este efecto. El inóculo incrementó la síntesis de clorofila b y mejoró la nutrición fosforada del maíz, pero con inóculo y composta la absorción de P del maíz fue mayor. La inoculación incrementó el nivel de colonización micorrícica mientras que la fertilización lo disminuyó. La diferencia entre la condición esterilizada y no esterilizada puede deberse a una menor competencia por P en ausencia de otros organismos del suelo. En un suelo limitado de P, la inoculación de HMA podría afectar el crecimiento de las plantas al propiciar una competencia entre los HMA y las plantas por este nutriente. Sin embargo, el uso de composta podría aminorar esta competencia al actuar como una fuente de P y otros nutrientes. La complementariedad entre un consorcio de HMA y composta mejora la nutrición fosforada del maíz sin menoscabar su crecimiento.



Colonización de hongos micorrízicos arbusculares nativos en *Helianthus annuus* durante la recuperación de suelo contaminado con gasolina asistida con bacterias

Almazan-Castañeda Patsy Jackeline¹, Mendarte-Alquisira Caliope¹, Alarcón Alejandro¹, Ferrera-Cerrato Ronald¹, García Barradas Oscar²

¹Colegio de Postgraduados. Posgrado de Edafología. Microbiología. Carretera México- Texcoco km. 36.5. Montecillo 56264, Texcoco, Estado de México. México.

²Universidad Veracruzana. Instituto de Química Aplicada. Luis Castelazo sin número, Colonia Industrial Animas, C.P. 91190. Xalapa, Veracruz. México. *email: cma.asgmc@gmail.com

La fitorremediación es una biotecnología económica y amigable con el ambiente utilizada para restaurar suelos contaminados y puede ser asistida por bacterias. No obstante, esta biotecnología usualmente deja a un lado la evaluación de su efecto en la colonización de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Por lo anterior, el presente trabajo evaluó el efecto de la fitorremediación de un suelo contaminado con gasolina asistida por la bioaumentación de bacterias inoculadas en plantas de girasol (*H. annuus*) sobre la colonización de HMA nativos. Se realizó un bioensayo con un suelo recolectado de Palmarito Tochapán, Puebla, México (18°53'00''N, 97°39'11''W) sin contaminación y con la aplicación de dos dosis de gasolina (1600 y 3200 mg kg⁻¹) donde se establecieron plantas de girasol a las que se inoculó una mezcla de 10 bacterias nativas [(4x10⁸ UFC mL⁻¹) incluyendo 3 cepas de *Bacillus* sp., *Priestia megaterium*, *Massilia timonae*, *Streptomyces flavotricini*, 2 cepas de *Pseudomonas palleroniana*, *Streptomyces flavotricini* y *Sphingobium yanoikuyae*]. Se aplicó un diseño factorial 3x2, con seis tratamientos con tres repeticiones cada uno. Los datos se sometieron al análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$). Después de 60 días de la siembra del girasol se evaluó la población bacteriana total (UFC), el porcentaje de colonización de HMA nativos, y la concentración de la gasolina removida. La población de bacterias no fue significativamente diferente en los dos niveles de contaminación; sin embargo, en ausencia del contaminante, esta población fue mayor. En cuanto a la colonización por HMA nativos, el tratamiento con 1600 mg kg⁻¹ no fue significativamente diferente a la colonización en las plantas control. No obstante, en el tratamiento contaminado con 3200 mg kg⁻¹ de gasolina, la bioaumentación bacteriana promovió en aproximadamente 10%, la colonización por HMA, respecto al suelo contaminado con la misma concentración y sin bioaumentación. En cuanto a la remoción de gasolina, en los tratamientos con las dos dosis de gasolina y con bioaumentación, se observó mayor disipación del contaminante (~10%). Frente a perturbaciones edáficas, los microorganismos del suelo son sensibles, y su estudio ayuda a evaluar el impacto de los contaminantes sobre el microbiota del suelo y valorar su posible efecto en la fitorremediación asistida por microorganismos. La combinación de girasol y la bioaumentación puede atenuar la contaminación del suelo por gasolina y hacer más eficiente la fitorremediación; además, puede favorecer la asociación de las plantas con los HMA nativos.



Colonización micorrízica en la orquídea terrestre *Govenia capitata*

Luz María Isabel Miguel Cruz¹, Juan José Almaraz-Suarez¹, Jesús Pérez Moreno¹,
Marco Polo Carballo Sánchez¹, Lauro López Mata¹, María de los Ángeles Rodríguez
Elizalde²

¹Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Km. 36.5 Carretera Federal México-
Texcoco, 56264 Texcoco, Estado de México, México.

²Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera Federal México-Texcoco Km 38.5,
56230 Texcoco, Estado de México, México. *email: maryansss291@gmail.com

Introducción. Las orquídeas son un grupo de plantas que requieren una asociación simbiótica que permita compensar la baja disponibilidad de reservas en la semilla durante la germinación y el desarrollo de protocormos mediante la traslocación de nutrientes. Una vez que las hifas fúngicas ingresan a las células, forman estructuras enrolladas llamadas pelotones, que son sitios para el intercambio de nutrientes. **Objetivo.** Evaluar la colonización micorrízica en raíces de *Govenia capitata*, mediante análisis microscópico, en la estación lluviosa, durante el desarrollo de la planta en el Monte Tlaloc. **Métodos.** Se establecieron cuatro sitios de estudio de 30 x 30 m en un área de cedro blanco- encino en el Monte Tlaloc. Se realizaron tres evaluaciones de colonización entre junio y agosto de 2024, en cada evaluación se seleccionaron raíces de 6 plantas por sitio y se seccionaron en tres partes iguales, para hacer cortes de 1 mm. De cada sección, se tomaron seis cortes al azar que fueron colocados sobre un portaobjetos con una gota de fucsina ácida al 0.01 % p/v diluida en ácido láctico, se dejó reposar por 24 horas y posteriormente se evaluó la colonización con el método propuesto por Rasmussen y Whigham (2002). Se tomaron datos del diámetro del cormo, altura de planta y longitud de las raíces colectadas. **Resultados.** En el primer muestreo, en raíces que presentaron una longitud menor a 4 cm, la colonización fue nula; durante el segundo muestreo, se encontró que en el sitio uno y en el cuatro la colonización fue más alta en la parte media de la raíz (28 y 22 % respectivamente), mientras que en el sitio uno y dos, la sección más cercana al cormo fue la más colonizada con un 15 y 32 % respectivamente. En el último muestreo, la parte de la raíz más colonizada fue la que está cercana en casi todos los sitios, con excepción del sitio tres, donde la parte media fue la que presentó la colonización más alta con 60 %. **Discusión.** El incremento de la colonización se asoció directamente con el desarrollo del cormo nuevo, lo que indica, que la simbiosis micorrízica orquideoide contribuye con la acumulación de reservas para la brotación del siguiente ciclo, una vez que la planta ha alcanzado su altura máxima. **Conclusión:** Las raíces de *G. capitata* mostraron un aumento sostenido en la colonización micorrízica orquideoide, durante la época de lluvias en condiciones silvestres en el Monte Tlaloc.



**Variación temporal de hongos micorrízicos arbusculares y composición
fitoquímica de dos especies de cactáceas endémicas del matorral xerófilo del
ANP Médanos de Samalayuca, Juárez, Chihuahua**

Ana Isabel Ortega Gurrola¹; Paola Margarita Estupiñán Villarreal¹; Miroslava Quiñónez Martínez¹; José Valero Galván¹; Pedro Osuna Ávila¹; Silvia Margarita Carrillo Saucedo²

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Av. Plutarco Elías Calles #1210 Fovissste Chamizal, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. CP.32315.

² Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas, No. 46, Col. La Victoria, CP. 83304, Hermosillo, Sonora, México

*email: ortegagana.24@gmail.com

El Área Natural Protegida (ANP) Médanos de Samalayuca (Juárez, Chih.) cuenta con comunidades vegetales xerófilas, entre ellas, cactáceas endémicas catalogadas como amenazadas en la NOM-059-ECOL-2010; *Opuntia arenaria* y *Homalocephala parryi* son dos especies adaptadas a la baja precipitación y temperaturas extremas que se presentan anualmente, pero que lidian con una baja densidad poblacional y sensibilidad a la influencia antropogénica de la región. El objetivo del presente estudio fue evaluar la variación temporal de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y fitoquímicos asociados a estas dos especies, como una respuesta de éstas a la tolerancia de cambios físicos del ambiente. Se planteó que la variación temporal afectaría la densidad de los HMA y la concentración de fitoquímicos en tejidos de *O. arenaria* y *H. parryi*. El muestreo se realizó en los meses de febrero, junio y septiembre, seleccionados por el cambio de temperatura y precipitación. Se tomaron muestras de raíces finas a partir de las cuales se obtuvo el porcentaje de colonización siguiendo las técnicas de Phillips y Hayman (1970). Así mismo, se tomaron 100 gramos de suelo rizosférico y mediante el método de tamizado y decantación en húmedo (Gerdeman y Nicolson, 1963, seguido de centrifugación con una solución de sacarosa al 70%, se realizó la extracción de las esporas de HMA para así obtener la densidad total. La determinación de fitoquímicos se realizó a partir de las técnicas de Lichtenthaler & Buschmann (2001), Miller (1959) y Brand-Williams *et al.* (1995). El porcentaje de colonización total para *O. arenaria* fue de 39% en febrero, incrementando a 68% después de la lluvia en septiembre. Su densidad de esporas varió de 77 en febrero a 178 en septiembre. Respecto a *H. parryi*, la colonización no cambió de febrero a junio (55% a 65%), pero aumentó ligeramente en septiembre (85%). Sin embargo, en cuanto a densidad de esporas, los valores fueron mayores en febrero disminuyendo en los siguientes meses de mayor temperatura (356 a 164). La concentración de fitoquímicos no presentó variaciones dados por la temporalidad. No obstante, valores promedio de clorofila total en ambas especies fueron considerablemente altos con respecto a los demás compuestos (93 a 135 mg), así como la actividad antioxidante. Los resultados muestran que las cactáceas presentan comportamientos independientes dado por la especie respecto a las variables obtenidas de HMA, lo cual es relevante para definir estrategias de conservación para cada una de ellas.



Rol de la microbiota nativa del suelo en el desarrollo vegetal y marchitez del chile

Andrea I. Raya-Hernández^a, Iván Viveros-Barraza^{a,b}, Sylvia Patricia Fernández-Pavía^c y John Larsen^a

^aInstituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México. ^bFacultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. ^cInstituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Tarímbaro, Michoacán, México.

*email: araya@iies.unam.mx

El cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) es de gran importancia económica y cultural en México. La marchitez del chile, causada principalmente por *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici*, representa una de las enfermedades más devastadoras de este cultivo. En este estudio evaluamos el efecto de la microbiota nativa del suelo, incluyendo hongos micorrízicos arbusculares (HMA), en el desarrollo vegetal y la marchitez del chile serrano. Se estableció un experimento en cámara de crecimiento con dos factores: 1) Microbiota del suelo (suelo estéril, suelo estéril con filtrado sin HMA, y comunidad completa con HMA) y 2) Fitopatógenos (sin patógenos, *P. capsici*, *F. oxysporum*, *R. solani* y un consorcio de los tres patógenos). Cada uno de los 15 tratamientos tuvo 5 repeticiones (75 unidades experimentales). Las plántulas de chile serrano (Camino Real, F1) se produjeron en semilleros con suelo agrícola estéril y se trasplantaron en macetas de 1 litro a las cuatro semanas. Las plantas se mantuvieron a 30 °C con un ciclo luz/oscuridad de 12/12 horas, riego diario y solución nutritiva sin fósforo. Los patógenos se inocularon con suelo pre-infestado, 21 días después del trasplante, y el experimento finalizó tres semanas después. Se evaluaron altura, biomasa aérea y radicular, número de botones florales, índice de severidad de la enfermedad (IDS), colonización micorrízica e infección radicular con los patógenos. Los resultados indicaron que los HMA promovieron el crecimiento vegetal (altura, biomasa y botones florales), en suelo estéril o con filtrado. Solo *P. capsici* y el consorcio causaron marchitez evidente, con alta infección radicular y otros síntomas visibles. Además, el consorcio mostró mayor severidad de la enfermedad en presencia de microbiota (filtrado y HMA), lo que sugiere que la microbiota no siempre mitiga los efectos de los patógenos. En conclusión, estos hallazgos subrayan la importancia de comprender las interacciones específicas entre microorganismos benéficos, patógenos y planta para el desarrollo de estrategias de manejo más efectivas para el manejo de la marchitez del chile.



Diversidad de hongos micorrízico arbusculares nativos de un cafetal orgánico en Chiapas, México

Kristell K. Robles-González^{1*}, José D. Álvarez-Solís¹, Vincenzo Bertolini² y Yolanda C. Pérez-Luna³

¹El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), C. P. 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. ²El Colegio de la Frontera Sur, C.P. 30700, Tapachula, Chiapas, México. ³Universidad Politécnica de Chiapas, C.P. 29150, Suchiapa, Chiapas, México.

*email: robles.kristell@gmail.com

Los hongos micorrízico arbusculares (HMA) viven en una simbiosis mutualista con la mayoría de las plantas terrestres, mediante la cual incrementan la absorción de minerales y el crecimiento de las plantas. Esto ha despertado el interés de conocer la diversidad de especies de HMA en cultivos de importancia en México, como el café. El objetivo del presente estudio fue determinar la diversidad de HMA nativos asociados con un cafetal orgánico. El muestreo de HMA se realizó en un cafetal (*Coffea arabica* L.) orgánico ubicado en Chenalhó, Chiapas, México. Se recolectó una muestra compuesta de suelo en la rizosfera de arbustos de café y las esporas de HMA fueron extraídas por tamizado húmedo y decantación. Se realizó la identificación morfológica de especies, la abundancia y la diversidad de HMA, mientras que en las raíces se determinó la colonización micorrízica. Así mismo, se realizó una caracterización física y química del suelo. En el suelo del cafetal se identificaron 18 especies de HMA, siendo *Acaulospora* el género predominante. La abundancia fue de 139 ± 4 esporas/50 g de suelo y las raíces finas de café presentaron 86 % de colonización. La diversidad de especies de HMA presentó un índice de Shannon-Wiener de 2.33. De las especies que fueron identificadas, se encontró que *Acaulospora lacunosa* y *Claroideoglossum luteum* fueron frecuentes en las esporas extraídas de la muestra compuesta, mientras que *A. scrobiculata*, *A. aff. excavata* y *A. alpina* fueron menos frecuentes. El suelo del cafetal presentó pH de 6.4 y textura arcillosa, que son condiciones favorables para el cultivo de café, por lo que posiblemente la combinación de características edáficas y prácticas de manejo promovió la diversidad de HMA. En el suelo rizosférico del cafetal orgánico se encontraron 18 especies de HMA y alta diversidad de HMA, entre las cuales el género predominante fue *Acaulospora*. Esto puede estar relacionado con el manejo orgánico de la fertilidad del suelo y la diversidad de árboles de sombra del cafetal, debido a que ambos influyen de manera positiva en la comunidad de HMA.



Contribuciones del ADN ambiental del suelo a los estudios de sistemática del género *Clavulina* (Hydnaceae) en México

Rodolfo Salas-Lizana¹ y Miguel Alejandro López-Trejo

Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX, 04510, México

*email: rsalas@ciencias.unam.mx

Clavulina J. Schröt (Cantharellales) es un género de hongos con formas de clavo o coral que forma ectomicorizas con especies arbóreas de angiospermas y gimnospermas. A nivel mundial se conocen unas 100 especies, tanto en ecosistemas tropicales, como templados. En México se han registrado 13 especies de bosques templados, selva tropical caducifolia y selva alta perennifolia; de las cuales cinco son potencialmente endémicas. Con el desarrollo de tecnologías de secuenciación masiva de ADN, es posible investigar la diversidad de hongos de una manera muy eficiente y muchos de los estudios de ADN ambiental (ADNa) de suelo han demostrado la presencia de hongos ectomicorrícicos macroscópicos, por lo que podrían ser de utilidad para investigar la diversidad de taxones particulares y servir de guía para descubrir nuevas especies. Nuestro objetivo es evaluar la diversidad del género *Clavulina* en México, integrando información de taxonomía polifásica, proveniente de colecciones científicas, con datos de ADNa de muestras de suelo. Usando esta combinación de datos, esperamos revelar una diversidad desconocida de especies de este género para nuestro país. Recuperamos información de ejemplares herborizados, incluyendo localidad y tipo de vegetación y secuenciamos dos fragmentos de la región de ADN ribosomal ITS-LSU con secuenciación Sanger. Asimismo, filtramos los datos del *Global Soil Mycobiome Consortium* (GSMc) para México para los géneros *Clavulina* y *Membranomyces*, que incluyen metadatos y secuencias de un fragmento del ITS. Proyectamos en un mapa de México los sitios de muestreo de ambos grupos de datos. Obtuvimos árboles filogenéticos usando Máxima Verosimilitud e inferencia bayesiana con una matriz de ITS-LSU que incluyó las secuencias de esporomas, del GSMc y secuencias representativas de las bases de datos. Comparamos la diversidad entre diferentes regiones biogeográficas de México y analizamos los árboles para determinar si las secuencias ambientales corresponden con especies conocidas o si pueden representar especies nuevas. Finalmente, realizamos análisis más profundos de diversidad genética dentro de algunos clados representativos. Nuestros resultados muestran que existe una importante diversidad desconocida de especies del género *Clavulina*, particularmente para el centro de México y la Península de Yucatán. Este resultado es esperado para la Península de Yucatán porque es una región poco explorada; pero llama la atención que el centro de México, que tiene un mejor muestreo, también presente este patrón. De esta manera, concluimos que los datos de ADNa y los de colecciones científicas son complementarios y muy útiles en la exploración de la diversidad de *Clavulina* en México.



Colonización intrarradical por hongos micorrícicos arbusculares y endófitos septados oscuros en sitios de bosques mixtos con diferente tiempo postincendio

Mariana Eloisa Sánchez-Martínez¹, Rocío Vega-Frutis²

¹Programa de Maestría en Ciencias Biológico-Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), ²Programa Académico de Biología-UAN, Nayarit, México. *email: 24000129@uan.edu.mx

Los incendios forestales tienen un impacto complejo en el sistema planta-hongo-suelo donde el efecto térmico directo, los cambios en las propiedades edáficas y la transición de la vegetación postincendio pueden alterar la composición fúngica, lo que afecta la recuperación de las comunidades vegetales y la estructura del suelo a largo plazo. Los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) y los endófitos septados oscuros (ESO), forman simbiosis con las plantas terrestres, y son cruciales porque favorecen la captación de agua y nutrientes, regulan la productividad, la estabilidad y la sucesión de los sistemas vegetación-suelo. Para investigar el efecto que los incendios tienen sobre la colonización intrarradical de HMA y ESO, se ubicaron cinco sitios de pino-encino con diferente edad al incendio: *Finca Origen* (una semana), *El Plan* (seis meses), *Minitas* (1.5 años), *Gavilanes* (3.8 años), y *Madrón* (>10 años) en Nayarit, México. En cada sitio se colectaron 20 núcleos de suelo en un área de 2500 m², que fueron homogenizados, y cinco submuestras de 50 g de suelo seco por sitio fueron usadas para extraer todos los fragmentos de raíces delgadas. Estas fueron pesadas, acidificadas y teñidas con azul de tripano. Por submuestra se montaron 20 segmentos de raíces en portaobjetos, y cada segmento de raíz se observó en tres puntos (arriba, en medio y abajo). Se registró la presencia/ausencia de hifas, vesículas y arbusculos de HMA, así como de hifas y microesclerocios de ESO. Los sitios con mayor colonización de hifas, vesículas y arbusculos fueron *El Plan*, y *Finca Origen* (36% - 79% de colonización) con menor tiempo postincendio, seguido del sitio con mayor tiempo postincendio (*Madrón*, 62%), aunque su porcentaje de vesículas y arbusculos fue bajo (<5%). Mientras que *Gavilanes* y *Minitas* presentaron un patrón similar al sitio con mayor tiempo postincendio: mayor colonización por hifas (49%-73%) y menor colonización de vesículas y arbusculos (2%-14%). El mismo patrón fue observado para los ESO, excepto para los sitios *Finca Origen* y *Minitas*, el primero con menor porcentaje de colonización por hifas (36%), pero mayor porcentaje de microesclerocios (10%). Mientras que *Minitas* tuvo mayor colonización por ESO (54%) que por HMA (49%). Estos resultados fueron independientes del peso seco de las raíces. Es probable que los resultados se relacionen con las propiedades del suelo, la intensidad y duración de los incendios, la pérdida de hospederos, y las respuestas de otros propágulos fúngicos.



**Efecto de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares sobre el
crecimiento de *Moringa oleífera***

Mónica Soto Ángeles, Rosalva García Sánchez, Eduardo Chimal Sánchez, Arcadio
Monroy Ata.

Carrera de Biología. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional
Autónoma de México. Batalla 5 de mayo S/N, Ejército de Oriente Zona Peñón,
Iztapalapa, 09230 Ciudad de México, CDMX.

*email: monicsxd19@gmail.com

Moringa oleífera Lam. es una planta con gran potencial agroecológico y medicinal, reconocida por su rápido crecimiento y funcionalidad. Su productividad puede optimizarse mediante el uso de microorganismos promotores del crecimiento vegetal, como los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), los cuales son simbioses que facilitan la absorción de nutrientes y agua. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de los HMA, de un inóculo de raíz colonizada propio generado para plantas medicinales, sobre el crecimiento de *Moringa oleífera*. La pregunta de investigación fue si la inoculación de HMA en *M. oleífera* incrementa significativamente la tasa de crecimiento en altura de las plantas micorrizadas respecto a los testigos no inoculados. Para esto, se establecieron dos tratamientos: plantas de *M. oleífera* inoculadas con 15 g de raíz y un grupo testigo sin inoculante. Las semillas fueron sembradas en un sustrato estéril y las plántulas fueron trasplantadas y cultivadas bajo condiciones controladas en invernadero. Se realizaron mediciones periódicas de altura de la planta, cobertura foliar, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, contenido de clorofila, potencial hídrico foliar y biomasa aérea y radical. La colonización micorrízica se evaluó mediante técnicas de tinción de raíces. Se utilizaron pruebas de comparación de medias, para determinar diferencias significativas entre tratamientos. Los resultados muestran diferencias significativas en las medias de las variables de altura (21.59 cm vs. 17.65 cm), clorofila (58.25 vs. 54.64, unidades SPAD), diámetro del tallo (0.315 cm vs. 0.296 cm), número de hojas (25.3 vs. 20.8) y área foliar (189.11 cm² vs. 114.75 cm²), así como en el potencial hídrico foliar (0.74 MPa vs. 1.14), en comparación con las plantas testigo. Las variables cobertura foliar (150.0 cm² vs. 153.7 cm²) y biomasa húmeda radical (9.4 g vs 10.2 g) fueron mayores en las plantas testigo. Por lo anterior, se indujo la simbiosis micorrízica en moringa a partir de un inóculo radical, al mejorar sus variables de desarrollo aéreo, sin embargo, al utilizar raíces previamente colonizadas no se conoce el consorcio de HMA que está promoviendo el crecimiento de *Moringa oleífera*. Se concluye que la inoculación micorrízica a partir de inóculo radical es una estrategia efectiva para optimizar el crecimiento de esta especie.



Influencia de la asociación micorrízica arbuscular sobre la capacidad antioxidante y crecimiento en nueve genotipos de *Lavandula* spp.

Johantan Pozos Valdivia, Dora Trejo Aguilar, Maribel Vázquez Hernández, Wendy Sangabriel Conde, Yajaira Baeza Guzmán, Luz Amelia Sánchez Landero y Jacob Bañuelos Trejo

Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz CP 91190, *email: dtrejo@uv.mx

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) desempeñan un papel fundamental en la modulación del metabolismo vegetal mediante la simbiosis, favoreciendo la síntesis de compuestos del metabolismo secundario, entre ellos los antioxidantes. La lavanda (*Lavandula* spp.) es una planta aromática de alto valor económico, principalmente por la obtención de aceites esenciales y se caracteriza por ser altamente micotrófica. Diversos estudios han demostrado que la respuesta a la micorrización puede variar entre genotipos de una misma especie vegetal; en algunos casos, aunque existen evidencias de colonización micorrízica, no se observan efectos positivos e incluso pueden presentarse efectos negativos. Por lo tanto, para promover el uso eficiente de los HMA como biofertilizantes que mejoren el rendimiento y la producción de metabolitos secundarios en esta especie, es necesario evaluar la compatibilidad específica entre genotipos de lavanda y HMA. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la inoculación con HMA en diferentes genotipos de *Lavandula* spp. sobre variables de crecimiento y actividad antioxidante. Se utilizó un diseño factorial con dos factores: el primero con dos niveles (inoculación micorrízica: con y sin), y el segundo con nueve niveles (genotipos de *Lavandula* spp.) Se evaluaron las siguientes variables: área foliar (calculada mediante ImageJ), peso fresco y seco, porcentaje de colonización micorrízica y actividad antioxidante, mediante el método de Brand-Williams (modificado). 150 días después de la inoculación micorrízica, se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en las variables evaluadas. Para área foliar en *L. dentata* "Francesa" se obtuvo un GRM de 578% mientras que en la variedad *L. angustifolia* "Folgate" de 60%. En la actividad antioxidante, las diferencias no fueron tan contrastantes, pero sí hubo significancia estadística, así como en demás variedades evaluadas, evidenciando una respuesta positiva a la simbiosis micorrízica.



Efecto de la micorriza arbuscular sobre el crecimiento y perfil metabólico en
Lavandula spp

Sandra Trejo Hernández, Alberto Sánchez Medina, Dora Trejo Aguilar, Rosario Medel
Ortíz, Elvira Morgado Viveros y Albertina Cortes Sol

Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria,
Xalapa, Veracruz CP 91000. *email: dtrejo@uv.mx

La lavanda es utilizada en la industria por sus propiedades terapéuticas conferidas por metabolitos secundarios. Existen reportes que la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares, favorecen el crecimiento y producción de compuestos secundarios importantes. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un consorcio de hongos micorrízicos sobre el desarrollo y el perfil metabólico de *Lavandula*: *L. angustifolia*, *L. latifolia* y *L. dentata*. Se estableció un diseño factorial al azar con tres factores: micorriza, vermicomposta y especie. El experimento se realizó durante 120 días, se evaluaron variables morfológicas, microscópicas y el perfil químico de extractos metanólicos por medio de cromatografía de líquidos de alta resolución con detector UV (HPLC). Los resultados mostraron que en *L. dentata* la inoculación micorrízica introducida más vermicomposta incrementó diversos parámetros: altura, biomasa aérea, área foliar, porcentaje de colonización y número de esporas. En contraste en *L. latifolia* solo se incrementó en biomasa radicular y número de esporas; *L. angustifolia* no presentó diferencias entre tratamientos. La quimiometría mostró diferencias metabólicas entre los tratamientos inoculados y los no inoculados mediante métodos de análisis de componentes principales (PCA); confirmándose con métodos de mínimos cuadrados parciales ortogonales (OPLS) la presencia de componentes con tiempos de retención 28.60 y 40.65 min, que se correlacionaron con la respuesta de la actividad micorrízica. En conclusión, estos resultados muestran que la presencia de la micorriza no solo resulta en un incremento del crecimiento sino también en cambios metabólicos que pueden ser no detectados cuando nos enfocamos a evaluar los aspectos morfológicos de la planta.



Un metaanálisis integral sobre la influencia de los factores edáficos en la actividad de los hongos micorrízicos arbusculares en bosques templados

Vázquez-Santos Yasmin^a, Montañó NM^b., Espinosa-García F J.^c, Carrillo-Saucedo S.M.^d, Vallejo Mariana^e, Chávez-Vergara BM^f, Castillo-Argüero S^a

^a Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. *email:

ninsayedv@gmail.com

^b Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Ciudad de México, Mexico.

^c Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México.

^d Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C., Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas, No. 46, C. P. 83304, Hermosillo, Sonora.

^e Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

^f Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

La investigación sobre cómo las variables edáficas influyen en la actividad de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el suelo y las raíces de las plantas en bosques templados sigue siendo inconclusa. Este estudio tuvo por objetivo analizar la relación entre variables edáficas, como el pH, el contenido de nitrógeno y fósforo, y la humedad del suelo, con tres indicadores de la actividad de los HMA: la colonización intra-radical, la biomasa extra-radical (estimada mediante ácidos grasos fosfolípidos, PLFA) y la riqueza total de especies. Para ello, se realizó un metaanálisis basado en el método de datos de participantes individuales (IPD-MA). Este enfoque facilitó una evaluación detallada de la influencia de los factores edáficos en la actividad de los HMA en distintos bosques templados del mundo, lo que permitió extraer y analizar datos brutos de 41 estudios publicados entre 1990 y 2023. Estos estudios fueron seleccionados a través de una búsqueda especializada en tres bases de datos multidisciplinarias (EBSCO, Web of Science y Scopus). Los resultados revelaron que un pH menos ácido se asocia positivamente con una mayor colonización intra-radical y biomasa extra-radical. En contraste, un alto contenido de nitrógeno, especialmente en forma de amonio, se relaciona negativamente con la riqueza de especies y la biomasa extra-radical. Además, la humedad del suelo desempeña un papel clave en la moderación de estas interacciones, especialmente en suelos con distintos niveles de disponibilidad de nutrientes. En conclusión, este metaanálisis resalta la complejidad de las interacciones entre los factores edáficos y los HMA en bosques templados, subrayando la importancia de un enfoque integral en el estudio del suelo para comprender mejor la actividad de estos hongos. Los hallazgos aportan información valiosa sobre su papel ecológico y destacan la necesidad de considerar las propiedades específicas del suelo al estudiar las asociaciones micorrízicas en ecosistemas templados.



Diversidad de Glomeromycota en huertos de Persea americana Mill. con diferente manejo nutricional en Xalisco, Nayarit: un análisis molecular

Abigail Balderas-Alba¹, Rocío Vega-Frutis², Gabriela Rosario Peña-Sandoval^{2,3}, Ignacio Eduardo Maldonado-Mendoza⁴, Paúl Alán Báez-Astorga⁵,

¹Programa de Maestría en Ciencias Biológico-Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), Nayarit, México, ²Programa Académico de Biología-UAN, ³Unidad Especializada en Biodiversidad y Agrobiología, Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología-UAN, ⁴Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Unidad Sinaloa, Departamento de Biotecnología Agrícola, Guasave, Sinaloa, México, ⁵CONAHCYT - Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Unidad Sinaloa. *email: rocio.vega@uan.edu.mx

Los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA, phylum Glomeromycota), son un grupo clave de la microbiota edáfica, que establecen asociaciones mutualistas con la mayoría de las plantas terrestres. Estos hongos desempeñan un papel fundamental en el sostenimiento de sus plantas hospederas, al favorecer la absorción de agua y nutrientes, lo que incrementa la resiliencia de las plantas frente a múltiples estreses bióticos y abióticos. No obstante, la deforestación con fines agrícolas y la aplicación de agroquímicos son factores que reducen la diversidad y abundancia de los propágulos fúngicos. Con el objetivo de conocer la diversidad de HMA en huertos de *Persea americana* con y sin manejo nutricional, se recolectaron muestras de suelo en dos huertos (2500 m²/huerto). El suelo fue utilizado para la propagación de HMA mediante plantas trampa. Posteriormente, el ADN se extrajo de raíces y suelo con ayuda de kits específicos para cada tipo de muestra. Se realizó un PCR anidada para obtener fragmentos del ITS rADN (ampli-cones de ADN) específicos a los taxones de Glomeromycota para su identificación. Los amplicones obtenidos se purificaron con ayuda de un kit, se verificó la calidad y concentración de estos y se enviaron a secuenciar a la Unidad Universitaria de Secuenciación Masiva y Bioinformática (UUSMB) de la UNAM en la plataforma NextSeq500 de Illumina en formato pareado (2x300). Posteriormente se llevó a cabo el análisis bioinformático para conocer la clasificación taxonómica de las secuencias generadas e identificar las especies de HMA asociadas a cada uno de los huertos. En total, se identificaron 36 taxas virtuales (TV) correspondientes a 11 géneros: Acaulospora, Archaeospora, Dentiscutata, Dominikia, Glomus, Microkamskii, Orientoglomus, Redeckera, Rhizophagus, Scutellospora y Septoglomus. Los TV más abundantes, según el número de lecturas, fueron Glomus Appoloni08 Glom A-20 (26.56%), Rhizophagus fasciculatus (24.72%), Archaeospora sp. (16.42%), Acaulospora Appoloni08 Acau 6 (14.62%) y Glomus Wang11 Glo13 (8.31%). En contraste, los TV menos frecuentes - con una sola lectura cada uno (0.00027% del total de lecturas) fueron: Archaeospora Kohout12 OTU43, Dentiscutata heterogama, Glomus Galvan09 GloA6, Glomus sp. y Septoglomus viscosum. Al comparar entre huertos, se registraron 25 TV



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

en el huerto con manejo nutricional, mientras que en el huerto sin manejo se identificaron únicamente 13 TV. Solo seis taxones fueron compartidos entre ambos huertos. Estos resultados sugieren que la diversidad de HMA podría estar asociada a variables como el contenido nutrimental del suelo, el manejo de malezas, la edad de los árboles de aguacate y su distribución geográfico-edáfica.



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

PRESENTACIÓN EN CARTEL



Influencia de los hongos micorrízicos arbusculares en plántulas de caña de azúcar (*Saccharum* spp.)

Arvisu Zuñiga Julia Cristina¹, Trejo Aguilar Dora², Cruz Tobón Marisol³, Rodríguez Lagunes Daniel Arturo¹

¹Universidad Veracruzana, Peñuela, Amatlán de los Reyes, Veracruz CP 94945,

²Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz CP 91190, 3. Unión estatal de Cañeros U.N.C. C.N.P.R., Veracruz,

*email: zS24018887@estudiantes.uv.mx

En México, la caña de azúcar representa un cultivo de gran relevancia económica, ya que aproximadamente 15 entidades federativas, distribuidas en 272 municipios participan activamente en el sector azucarero. La micropropagación de caña de azúcar permite un suministro constante de plantas rejuvenecidas, genéticamente homogéneas y libres de plagas y enfermedades, a diferencia de las obtenidas por métodos convencionales, posteriormente, la aclimatación de estas plántulas depende en gran medida del tipo de sustrato. En este contexto, los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) se presentan como una alternativa sostenible para la producción de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), debido a su capacidad de mejorar la nutrición vegetal, la salud del suelo y de reducir los impactos negativos de la agricultura intensiva. El objetivo principal del presente estudio fue evaluar el desarrollo de plántulas de caña de azúcar utilizando un sustrato con 400 esporas de HMA por cada 100 g extraído de una parcela de caña de azúcar, y un inóculo adicional con 1500 esporas por cada 100 g, compuesto por 12 especies diferentes de HMA. El experimento se llevó a cabo con la variedad MEX 69-290, en el invernadero No. 7 de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias del campus Peñuela de la Universidad Veracruzana. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: sustrato con HMA nativos + inóculo (N+I), sustrato con HMA nativos (N), sustrato con HMA nativos + inóculo + fertilizante (N+I+F), sustrato estéril (E), sustrato estéril + fertilizante 20-10-10 (E+F), sustrato estéril + inóculo (E+I), y sustrato con HMA nativos + fertilizante 20-10-10 (N+F). Este estudio busca demostrar que la incorporación de un consorcio de HMA puede mejorar significativamente el desarrollo de vitro plantas de caña de azúcar, así como generar información valiosa sobre la interacción de estos hongos con las distintas variedades del cultivo. Lo anterior contribuirá a fomentar prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes en el sistema productivo cañero.



Co-inoculación con hongos ectomicorrízicos y bacterias auxiliaadoras a la micorrización en plántulas de *Pinus patula* y *Pinus cembroides* en etapa de vivero

Salomón Gil-Segundo¹, Yajaira Baeza Guzmán¹, Dora Trejo Aguilar¹, Wendy Sangabriel Conde¹, Luz Amelia Sánchez Landero¹

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090, Xalapa, Veracruz, México. *email: ybaeza@uv.mx

De acuerdo con la norma mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016, la producción de plántulas forestales en vivero debe cumplir parámetros morfológicos específicos como altura, diámetro del tallo y un porcentaje de colonización micorrízica superior al 40%. Este estudio evaluó el efecto de la co-inoculación con hongos ectomicorrízicos (ECM) y bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BAM) en el desarrollo de plántulas de *Pinus patula* y *Pinus cembroides* bajo condiciones de vivero. Se elaboró un inóculo fúngico esporal a partir de cuerpos fructíferos deshidratados de *Amanita rubescens*, y se aislaron cepas bacterianas de los píleos de tres especies de hongos ECM: *A. rubescens*, *Suillus decipiens* y *Russula emetica*. De siete cepas obtenidas, se seleccionaron tres (una por hongo), todas gram negativas y con morfología de bacilo. Se prepararon suspensiones bacterianas a una concentración de 10⁸ UFC/ml. La inoculación se realizó aplicando 5 ml del inóculo fúngico al momento del trasplante y 3 ml del inóculo bacteriano siete días después. El experimento, mantenido por 160 días en invernadero, siguió un diseño de bloques al azar con dos factores: inoculación con *A. rubescens* (con y sin) y tipo de BAM (cepa A, cepa S, cepa R), generando seis tratamientos con 10 repeticiones por especie. En *P. patula*, las plántulas inoculadas con *A. rubescens* mostraron un crecimiento superior al testigo, alcanzando 12 cm en cuatro meses, lo que indica la posibilidad de cumplir con la NOM-170 en diez meses. En *P. cembroides*, la respuesta fue más limitada, probablemente por una menor afinidad con el hongo utilizado. La co-inoculación ECM-BAM mejoró el crecimiento radicular, peso fresco y eficiencia fisiológica, especialmente con la combinación *A. rubescens* + cepa S. La colonización micorrízica superó el 80% en todos los tratamientos co-inoculados con BAM. Sin embargo, en *P. cembroides*, la inoculación con ECM sola no alcanzó el 40%. En *P. patula*, aunque la colonización aumentó con el ECM, los tratamientos co-inoculados tampoco superaron ese umbral. A pesar de que no siempre se observó una correlación directa entre colonización y desarrollo morfológico, los tratamientos combinados mostraron el mayor potencial para la producción de plántulas de calidad en ambas especies.

Palabras clave: Ectomicorriza, inoculantes, microorganismos benéficos, plantación forestal, simbiosis tripartita.



Evaluación de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares nativos e inóculos comerciales en el crecimiento de plantas de *Tectona grandis*

Jafet García Mundo¹; Yajaira Baeza Guzmán¹; Dora Trejo Aguilar¹; Jesús Dorantes López¹

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090, Xalapa, Veracruz, México.

*email: ybaeza@uv.mx

La producción convencional de *Tectona grandis* enfrenta importantes limitaciones debido a la baja viabilidad de semillas y alta variabilidad genética, factores que afectan negativamente el crecimiento y desarrollo de las plántulas. Con el objetivo de optimizar el proceso productivo, se evaluó el efecto de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares (HMA), tanto nativos como comerciales, en la calidad de plántulas, su crecimiento inicial y la resistencia al estrés hídrico. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar con dos factores: (1) tipo de tratamiento (HMA nativos, *Rhizophagus irregularis*, consorcio comercial de HMA y fertilización química) y (2) régimen de riego (20 mL y 100 mL de agua por planta). Se emplearon cinco repeticiones por tratamiento, utilizando un total de 50 plantas. Se evaluaron variables de crecimiento (número de hojas, diámetro del tallo, altura de planta, longitud radicular) y fisiológicas (contenido total de clorofila y colonización micorrízica). Los resultados indicaron que el régimen de riego tuvo un efecto significativo en el crecimiento de *T. grandis*. La inoculación con HMA comerciales bajo condiciones de estrés hídrico permitió mantener parámetros de crecimiento similares a los observados en condiciones ideales de riego, particularmente en altura, diámetro del tallo y contenido de clorofila. En cuanto al área foliar, las plantas inoculadas con el consorcio comercial y riego óptimo fueron estadísticamente comparables a las fertilizadas químicamente. La longitud radicular aumentó un 37% en las plantas tratadas con el consorcio comercial en ambos regímenes de riego respecto a las plantas fertilizadas, mientras que las inoculadas con HMA nativos mostraron mejores resultados que las fertilizadas solo bajo condiciones de riego óptimo. No obstante, el crecimiento foliar en plantas inoculadas con HMA nativos bajo estrés hídrico disminuyó en un 78% en comparación con aquellas bajo riego adecuado. La colonización micorrízica fue superior en las plantas inoculadas con HMA nativos, superando el 70% en ambos regímenes de riego. Sin embargo, los tratamientos comerciales mostraron menor colonización bajo estrés hídrico (menos del 50%), mientras que en condiciones óptimas alcanzaron valores de 60% para *R. irregularis* y 63% para el consorcio. Estos resultados sugieren que, aunque los HMA nativos presentan alta tasa de colonización, su efectividad funcional puede ser limitada y conllevar un mayor costo fisiológico para la planta, posiblemente asociado a la selección de especies provenientes de suelos con manejo forestal previo.



Inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en plantas de limón (*Citrus limon* L.)

Balderas Castañeda, Sabino¹, Chacón Tamayo Montserrat Jacqueline¹ y Carballar Hernández Santos¹

¹ Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo. Genómica Alimentaria, Sahuayo de Morelos, Michoacán C.P. 59130.

*email: sbalderas@ucemich.edu.mx

El cultivo de limón (*Citrus limon*) se ha posicionado como uno de los frutos de mayor demanda a nivel mundial. Pero, no es ajeno a las afectaciones por enfermedades y plagas, los cambios ambientales extremos y la deficiencia de nutrientes que en su conjunto impiden el óptimo desarrollo de la planta. Por otro lado, el cultivo de tejidos vegetales y los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) se caracterizan por buscar un incremento en la propagación, el crecimiento y la productividad vegetal. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del cultivo *in vitro* y la inoculación con HMA sobre la germinación, la aclimatación y el crecimiento de limón. Para evaluar la germinación, se establecieron tres tratamientos: T1: *in vitro*, se utilizó medio Murashige y Skoog (MS). T2: almácigos con fibra de coco y agrolita. T3: espuma fenólica. Se utilizaron semillas, extraídas del fruto, las cuales fueron desinfectadas y colocadas en los tratamientos. Al término de un periodo de 30 días se determinó el porcentaje de germinación. Para valorar el efecto de los HMA en la aclimatación y crecimiento de limón, se utilizaron plántulas del tratamiento con mayor germinación y se establecieron dos tratamientos (sin HMA y con HMA) con 15 réplicas. Después, se llenaron macetas con turba y arena estéril, se adicionó el inóculo de HMA, se colocó una plántula y se cubrió con sustrato. A los 30 días se obtuvo el porcentaje de sobrevivencia y a los 60, 90 y 180 días se registraron las variables agronómicas de crecimiento. La germinación varió de 0 a 62 %; el mayor porcentaje se logró en el tratamiento *in vitro* y el menor en fibra de coco y agrolita. En la aclimatación de plántulas, la mayor sobrevivencia se registró con el uso de HMA (87 %). Además, la inoculación con HMA incrementó significativamente las variables de altura de plántula, número de hojas y contenido de clorofila. Sin embargo, el diámetro del tallo, el peso seco y fresco del vástago no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Finalmente, el tratamiento control presentó mayor peso seco de la raíz. En general el cultivo *in vitro* y los HMA son alternativas biotecnológicas importantes para promover la germinación, la aclimatación y el crecimiento, por lo cual deberían ser consideradas para fomentar la propagación y producción sustentable en el cultivo de limón.



Micorrización arbuscular de plantas medicinales de la Sierra Norte de Oaxaca,
México

Deyla Azucena Barranco Montesinos^{1*}, Celerino Robles Pérez¹

¹Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR Oaxaca). Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, 71230 Oaxaca. *email: dbarrancom2300@alumno.ipn.mx

Los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) son esenciales para la mayoría de las plantas terrestres al facilitar la absorción de nutrientes y la tolerancia al estrés. En plantas medicinales, su simbiosis puede influir en la producción de compuestos terapéuticos. En México, los estudios sobre HMA en plantas medicinales son escasos, especialmente en regiones como la Sierra Norte de Oaxaca. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la colonización micorrícica arbuscular en cuatro especies medicinales de importancia biocultural —*Satureja macrostema*, *Tagetes lucida*, *Equisetum hyemale* y *Eysenhardtia polystachya*— en San Miguel Aloápam, Oaxaca. Se recolectaron muestras de raíces y suelos rizosféricos en dos épocas (seca y lluvias). Como variables de micorrización se determinaron la colonización intraradical y se cuantificó el micelio extraradical. Se realizaron análisis físicos y químicos del suelo para caracterizar su influencia en la micorrización. Los resultados mostraron diferencias significativas en la colonización entre temporadas. La mayor colonización intraradical se observó en época seca, especialmente en *E. polystachya* (24.4%) y *E. hyemale* (15.1%). En *T. lucida* no se observaron diferencias significativas durante las temporadas de muestreo. No obstante, los niveles de colonización observados en este estudio son considerablemente bajos en comparación con los reportados en otras investigaciones en áreas naturales de bosques mixtos. Estas diferencias podrían estar relacionadas con variaciones en el tipo de suelo, las especies de HMA presentes, o las características propias del ecosistema. En relación con la longitud del micelio extraradical, se observaron diferencias significativas entre las épocas de lluvias y secas en el suelo rizosférico de *E. hyemale*, registrándose los valores más altos (152.61 m g suelo⁻¹) durante la época de secas. Estos hallazgos confirman que las interacciones planta-HMA dependen de las condiciones ambientales y del suelo, y destacan la importancia de estudiar más a fondo la dinámica de micorrización en plantas medicinales nativas. Identificar especies altamente micotróficas puede ser clave para su conservación, uso sostenible y aplicación en prácticas agroecológicas y farmacológicas.



Multiplicación de esporas de hongos micorrícicos arbusculares por medio de un cultivo trampa

Boisson Díaz Cristina Alejandra¹, Sierra Ramírez Labna Aixchel², Fuentes Ponce Mariela Hada²

¹Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México. ²Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco. Calz. Del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Coyoacán, 04960 Ciudad de México CDMX

*email: boisson.cristina93@gmail.com

En la actualidad, se ha promovido el uso de microorganismos como los Hongos Micorrizicos Arbusculares (HMA) en la producción agrícola para reducir el consumo de fertilizantes sintéticos. Debido a que podemos encontrar estos hongos en la mayoría de los suelos, es posible proponer técnicas sencillas para reproducirlos a partir de los insumos y recursos naturales de los productores y evitar tengan que comprarlos. Para ello, una alternativa es la rotación y/o siembra de cultivos trampa, los cuales representan una estrategia para promover la micorrización vesículo arbuscular, estos cultivos pueden introducirse previamente a la siembra del cultivo de interés y favorecer la esporulación de HMA. De esta manera, las esporas estarán disponibles para siembras posteriores como un especie de “reservorio”, además de que algunas de estas esporas se albergarán en los sistemas radiculares de las leguminosas debido a la agrupación de raíces yuxtapuestas que se conforma de manera natural. El objetivo de esta investigación fue probar una metodología para aumentar la cantidad de esporas en un suelo a partir de un cultivo trampa y evaluar los efectos de micorrización en el cultivo posterior. Para ello, se utilizó el suelo de una parcela de una zona semi árida de la comunidad de Vista Hermosa, municipio de Tonaltepec (Oax.). Y se evaluaron cuatro tratamientos: 1. suelo inicial, 2. suelo con maíz, 3. suelo con cultivo trampa *Pisum sativum* L. sometido a estrés, 4. suelo donde estuvo el cultivo trampa, se sembró maíz. Posteriormente se cuantificó la cantidad de esporas de HMA del suelo por medio del tamizaje húmedo en los cuatro tratamientos. En los tratamientos 2, 3 y 4 se evaluó el porcentaje de micorrización en las raíces de los cultivos correspondientes y se realizaron mediciones de las esporas encontradas. El mayor incremento en la cantidad de esporas de HMA fue en el suelo con el cultivo trampa. En cuanto a las estructuras de HMA en las raíces de maíz se obtuvo 16.66% y 20% de micorrización (momentos 2 y 4), mientras *Pisum sativum* L. presentó el 43.33% de micorrización. Se concluye que para aumentar el porcentaje de esporas de HMA es posible introducir un cultivo promotor de la micorrización, previo al cultivo de interés e inducirle estrés, potencializando así, la población de hongos en el suelo y la colonización de HMA en cultivos posteriores. Por otro lado, la técnica podría utilizarse por los productores para generar inóculos que puedan utilizar al momento de la siembra.



Effects of Symbiotic and Pathogenic Fungal Interactions on Endoglucanase Gene Expression in Tomato Plants

Yolani de Jesús Bojórquez-Armenta¹, Luis G. Sarmiento-López², Melina López-Meyer^{1*}.

¹Departamento de Biotecnología Agrícola, CIIDIR-Sinaloa Instituto Politécnico Nacional, Guasave, Sinaloa, México. ²Unidad de Investigación en Ambiente y Salud, Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Los Mochis. Los Mochis, Ahome, Sinaloa, México. *email: mlopez@ipn.mx

Cellulose, the main structural component of plant cell walls, is degraded by cellulases, particularly endoglucanases (EGs) from the glycosyl hydrolase family 9 (GH9), whose enzymatic features are well studied. In tomato (*Solanum lycopersicum*), GH9 EGs exhibit tissue-specific expression and play roles in cell wall remodeling during development, indicating roles in cell wall remodeling essential for growth and adaptation. However, their functions in complex interactions like arbuscular mycorrhizal (AM) symbiosis and pathogen defense remain unclear. This study aims to test the hypothesis that GH9 genes display tissue-specific and microbe-responsive expression linked to distinct functions in symbiosis and defense. To support this, we updated the bioinformatic profile of the SIGH9 gene family and evaluated EG gene expression in tomato under conditions of arbuscular mycorrhizal symbiosis and foliar pathogen infection. The *SIGH9* gene family was identified and characterized using the SL5.0 genome and bioinformatic tools. Candidate genes involved in stress responses were selected based on regulatory elements and transcriptomic data. Expression was analyzed by RT-qPCR in leaves and roots under four microbial conditions: Non-mycorrhizal (NM), mycorrhizal (M), and infected/non-infected conditions with *Sclerotinia sclerotiorum* (MI and NI), and enzymatic activity was assessed by quantifying glucose and cellobiose via the DNS method, providing insights into the potential roles of SIGH9s in symbiosis and pathogen defense. As part of the findings, nineteen *SIGH9* gene members were identified and characterized in tomato, all containing GH9 catalytic domains and CBM49 carbohydrate-binding modules. Compared to these results, recent reports have grouped 24 and 20 EG family members in tomato. *In silico* analyses revealed that *SIGH9* genes are expressed in various tissues, including seeds, roots, shoots, leaves, and flowers. SIGH9 proteins interact in networks with signaling proteins, F-box proteins, and aquaporins, suggesting diverse regulatory roles. Differential expression of 10 selected genes was confirmed in leaves and roots, showing that most are induced by mycorrhization in leaves, likely as a systemic response, but tend to be downregulated upon *S. sclerotiorum* infection. In roots, expression patterns were more variable, with most genes showing reduced expression under both interactions, particularly in response to infection. Enzymatic activity, measured through reducing sugar quantification, indicated lower glucose and cellobiose levels in both leaves and roots under infected conditions (NI and MI), supporting the hypothesis of *SIGH9* involvement in both symbiotic and defense responses and their role in cell wall remodeling during symbiosis and defense responses.



Composición de hongos micorrízicos arbusculares en el suelo de *Neltuma glandulosa* var. *torreyana* en las Dunas de yeso, Cuatro Ciénegas

Alina Esperanza Candia Ramírez¹, Noé Manuel Montaña Arias¹, Eduardo Chimal Sánchez^{1,3}, Irene Pisanty Baruch², Susana Adriana Montaña Arias¹

*email: candiaalina@gmail.com

¹Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Av. Ferrocarril de San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ª. Sección, CP 09310, Iztapalapa, Ciudad de México, México.

²Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Av. Universidad 3000, Circuito Exterior s/n, CP 04510, Coyoacán, Ciudad de México, México. ³Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Batalla del 5 de mayo s/n, esquina Fuerte de Loreto, Ejército de Oriente, CP 09230, Iztapalapa, Ciudad de México, México

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), al colonizar las raíces de las plantas en ecosistemas oligotróficos, favorecen la absorción de nutrientes e incrementan la tolerancia al estrés hídrico y salino de las plantas hospedadas. Este trabajo estimó la composición de especies de HMA y su relación con las propiedades edáficas del suelo asociado a la gipsovaga *Neltuma glandulosa* var. *torreyana* en las dunas de yeso de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. El suelo se recolectó bajo 10 individuos (profundidad 20 cm), 5 localizados fuera de las dunas y otros 5 dentro de las dunas durante las estaciones de secas-2019 y lluvias-2018 y 2024. Las esporas se extrajeron por tamizado húmedo con sacarosa al 60% y se montaron en alcohol polivinílico en lactoglicerol (PVLG) y PVLG + Melzer para su determinación morfológica. Se estimó la similitud en composición de HMA con el índice de Bray-Curtis y se evaluó pH, materia orgánica (MOS), fósforo disponible, amonio, nitrato, humedad y concentración de yeso. Se registraron 35 morfoespecies de HMA, algunos de los géneros mejor representados son *Entrophospora*, *Rhizophagus* y *Glomus*. La composición de morfoespecies de HMA difirió en las dos zonas, y entre estaciones; con solo siete especies de HMA compartidas dentro y fuera de las dunas, y únicamente una entre estaciones. El pH registrado fue medianamente alcalino, la humedad fue más alta en lluvias de 2018 comparado con las demás estaciones, la MOS varió de valores muy bajos dentro de las dunas a medios fuera de ellas. El nitrato, el amonio y el fósforo difirieron entre dentro y fuera de las dunas, y entre estaciones. En la estación de lluvias del 2024 las propiedades del suelo que explicaron la distribución de las especies fueron el pH, la concentración de yeso y la humedad; mientras que, en secas del 2019, las propiedades con mayor influencia son el amonio y fósforo. Particularmente, en la estación de lluvias del 2024, existe una separación entre zonas, la propiedad que influyó en la composición de especies dentro de las dunas fue el fósforo y fuera de las dunas el nitrato y la MOS. Se concluye que: i) La composición de HMA está siendo afectada por la condición (dentro o fuera de las dunas). ii) El ensamblaje de la comunidad de HMA está siendo determinada por diferentes propiedades del suelo en función de la estacionalidad de la precipitación, que afecta la disponibilidad de nutrientes dentro y fuera de la duna.



**Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares en agroecosistemas de maíz
(*Zea mays* L.) en la Ciénega de Michoacán**

Santos Carballar-Hernández¹, Diana Melisa García Aguilar¹, Adriana Patricia Gamboa-Mendoza¹, Sabino Balderas-Castañeda¹

¹Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo. Avenida
Universidad 3000, Lomas de Universidad, 59103, Sahuayo, Michoacán. *email:
carballar18@gmail.com.

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos con mayor importancia agrícola debido a su uso en la alimentación humana, la industria, y como forraje o alimento para animales. El uso de agroquímicos para su cultivo ha ocasionado pérdidas económicas, a consecuencia de la degradación del suelo y problemas ecológicos, como la disminución de la diversidad de hongos micorrízicos arbusculares (HMA). En esta investigación, se determinó la diversidad de HMA en agroecosistemas de maíz (*Z. mays*). Se muestrearon cinco agroecosistemas de maíz ubicadas en tres municipios de la región Ciénega de Michoacán. En cada agroecosistema se tomaron muestras de suelo de cinco plantas, en etapa de fructificación. Las muestras fueron secadas al aire y pasadas por un tamiz de 2 mm; se realizó la extracción de esporas por el método de tamizado húmedo y decantación seguida de centrifugación con gradiente de sacarosa. Se hizo la cuantificación e identificación de esporas de HMA. El número promedio de esporas varió de 20 a 67 en 50 g de suelo seco y con diferencias significativas entre agroecosistemas. Se identificaron 27 especies de HMA asociados a la rizósfera de maíz. En el agroecosistema de Pajacuarán se aisló el mayor número de especies seguido de Cotija y Villamar I. *Funneliformis mosseae* fue la especie más abundante y frecuente, seguida de *F. geosporum* y *Claroideoglomus claroideum*. La comunidad de HMA más diversa y equitativa se encontró en el agroecosistema de Pajacuarán; en contra parte, la menor diversidad se registró en el agroecosistema de Villamar II. Las características del suelo afectaron la distribución y abundancia de los HMA. Conocer la diversidad de HMA en los agroecosistemas de maíz es importante para entender su papel en el flujo de nutrientes entre el suelo y las plantas. Además, permite generar estrategias para el uso, manejo y formulación de inoculantes para promover la producción sustentable de los cultivos agrícolas como el maíz.

Palabras clave: agroecosistema, maíz, micorriza, riqueza, abundancia



Exploración de bases de datos para el estudio de hongos ectomicorrízicos y comestibles en México

Nohemy Cardona-Claros¹, Dora Trejo-Aguilar², Miguel Equihua³

¹Estudiante de doctorado en Micología Aplicada, Centro de Investigación en Micología Aplicada, Universidad Veracruzana, Médicos 5, Unidad del Bosque, Xalapa, Veracruz, México, CP 91010,

²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz, CP 91090

³Red de Ambiente y Sustentabilidad, Instituto de Ecología A.C., Antigua Carretera a Coatepec No. 351 Col. El Haya, Xalapa, CP 91073 *email: cncardonac@gmail.com

Los hongos ectomicorrízicos (HEM) comestibles son importantes en la dinámica de los ecosistemas de pino en México, ya que facilitan la absorción de nutrientes y mejoran la estructura del suelo. La información sobre su diversidad y distribución espacial permanece dispersa entre numerosas fuentes, lo que dificulta una visión integrada de su aporte ecológico y potencial socioeconómico. Sin embargo, los repositorios de biodiversidad y las bases de datos permiten unificar la información bajo un marco taxonómico estandarizado y georreferenciado. Con el propósito de evaluar la riqueza de HEM comestibles en México y su distribución en bosques pinos de México, se analizaron diversas bases de datos de hongos filtrando inicialmente las especies señaladas como comestibles en México. Se depuró la lista de hongos comestibles y tóxicos de la UNAM y se cruzó con la base de datos del registro de ejemplares de hongos de CONABIO. Se filtraron los registros por tipo de vegetación. Se cruzaron los registros de ocurrencias de GBIF con los de la UNAM y se transformaron en objetos espaciales para superponer sus coordenadas con los polígonos de bosques de pino extraídos de las capas de vegetación de CONABIO. Para validar la condición simbiótica, se cruzó con metadatos de FUNGuildR. Sin discriminar el tipo de cobertura vegetal se obtuvo que, de las 428 especies comestibles reportadas por la UNAM, 102 posiblemente son ectomicorrízicas, mientras que de GBIF, 55 especies cumplieron con ese criterio. Al analizar la distribución por tipo de vegetación, 247 especies comestibles se registraron en las tres categorías de Bosque de pino, Bosque de encino-pino y Bosque de pino-encino. La validación con FUNGuildR confirmó 10 especies ectomicorrízicas, todas del género *Suillus*. El análisis con 17 categorías de vegetación, que incluye los bosques de pino, las etapas sucesionales y las selvas espinosas con presencia marginal de pino, mostró 14 especies que aparecen con asociación ectomicorrízica de 272 especies comestibles, 13 especies de *Suillus* y una especie de *Sebacina*. La mayoría de las observaciones se concentra en áreas de vegetación secundaria y perturbada, donde prevalecen especies tolerantes, mientras que los hongos de nichos más especializados quedan ausentes o escasamente documentados. En GBIF, los registros etiquetados como comestibles y filtrados por la presencia de algún tipo de bosque arrojó 13 especies distintas, de las cuales sólo una resultó clasificada como “Probable” ectomicorrízica al validarlo con FUNGuildR.



Aislamiento e identificación de hongos micorrizógenos promotores de germinación y desarrollo inicial de *Epidendrum radicans* Pav. ex Lindl.

Froylán Navarro-Álvarez¹, Isaac A. Salmeron-Santiago¹, P. Antonio López², José Luciano Morales García¹, Martha Elena Pedraza-Santos¹, Ana Tztzqui Chávez-Bárcenas^{1*}

¹Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán, México. ²Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla Núm. 205, Santiago Momoxpan, 72760.

*email:: tztzqui.chavez@umich.mx

Introducción. Las semillas de la familia Orchidaceae carecen de un endospermo con reservas suficientes para mantener las demandas de carbono que implican la germinación y el desarrollo previo a la etapa autótrofa, la aportación de carbono es facilitada a través de relaciones simbióticas con hongos micorrizógenos orquideoides (HMO). Durante la etapa adulta las raíces de orquídeas también establecen relaciones simbióticas con HMO y algunos de estos pueden colonizar nuevas semillas que promoverán su germinación. *Epidendrum radicans* es una orquídea hemiepipíta, litófita o terrestre, nativa de México con amplia distribución como ornamental, producen frutos con miles de semillas de 0.1 a 2 mm de largo. Objetivo. El presente trabajo fue aislar hongos promotores de la germinación y desarrollo inicial de *E. radicans* a partir de raíces de plantas adultas de la misma especie. Metodología. Se verificó la presencia de estructuras micorrizógenas orquideoides por tinción de raíces de *E. radicans* con azul de tripano. Se desarrolló un sistema de co-cultivo in vitro para la germinación de semillas de la orquídea y raíces adultas colonizadas por HMO. Se aislaron hifas de los hongos asociados a las orquídeas germinadas y se cultivaron en medio HMO. Se corroboró la colonización micorrízica por tinción de protocormos de semillas germinadas en presencia de los hongos aislados. Resultados y discusión. Las raíces de *E. radicans* mostraron colonización micorrízica. Se obtuvieron 16 aislados que fueron caracterizados morfológicamente como especies de los géneros *Fusarium* (14), *Rhizoctonia* (1) y *Ceratobasidium* (1). Se seleccionó un aislado de cada género para evaluar su eficiencia en la germinación simbiótica de *E. radicans* en el sistema de co-cultivo in vitro. El aislado de *Fusarium* sp. no promovió la germinación de las semillas, *Ceratobasidium* sp. y *Rhizoctonia* sp. promovieron la germinación y desarrollo inicial de plantas; el número de plántulas con hoja generadas por el tratamiento con *Ceratobasidium* sp. fue 5.7 veces mayor al de *Rhizoctonia* sp. Las plántulas y protocormos germinados en co-cultivo con los morfotipos *Ceratobasidium* y *Rhizoctonia* presentaron colonización característica de la micorriza orquideoide. El protocolo de co-cultivo para el aislamiento de HMO promotores de germinación y los de tinción modificados para raíces y protocormos, pueden ser utilizados para fomentar la propagación sexual de orquídeas en programas de rescate de especies en peligro de erosión genética o de mejoramiento Conclusiones. El protocolo de co-cultivo utilizado permitió obtener dos especies de HMO promotores de la germinación y desarrollo temprano de *E. radicans*.



Distribución geográfica de la riqueza de hongos micorrizógenos arbusculares en México

Eduardo Chimal-Sánchez^{1,3}, Luis Ángel Hernández-Corona², Noé Manuel Montaña¹,
Margarita Santiago-Alvarado⁴ y Genaro Montaña-Arias⁴

¹Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. Ferrocarril de San Rafael Atlixco, 186, Leyes de Reforma 1ª Sección, 09310, Iztapalapa, Ciudad de México, México. ²Licenciatura en Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Ciudad de México, México. ³Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Guelatao s/n, Ejército de Oriente, 09230, Iztapalapa, Ciudad de México, México.

⁴Unidad Multidisciplinaria de Investigación Experimental, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Guelatao s/n, Ejército de Oriente, 09230, Iztapalapa, Ciudad de México, México.

Los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA, Glomeromycota) se asocian con el 72% de plantas terrestres, favoreciéndoles en crecimiento y nutrición, a cambio de un nicho ecológico y fotosintatos. En México, la investigación se ha enfocado en la ecología, fisiología, taxonomía, biorremediación y biología molecular de los HMA; sin embargo, poco se conoce sobre su distribución geográfica en el país. Este trabajo analizó la distribución, representatividad, posibles *hotspots* de riqueza y endemismo y la conservación de los HMA en México. Se revisaron 115 publicaciones de HMA de 1977 hasta 2024 y se construyó una base de datos taxonómica y geográfica validada. En QGIS v.34.12 se cartografió la distribución estatal y biogeográfica de estos hongos y se cuantificó su representatividad por localidad de recolecta. Se detectaron las áreas con mayor riqueza y endemismo de especies con Biodiverse v.4.3.1 y se determinó si estas, inciden en áreas naturales protegidas (ANP). Finalmente, se comparó la riqueza observada con la riqueza estimada en EstimateS v.9.1.0 con estimadores no paramétricos (ICE, Chao2, Jackknife1 y Jackknife2). La riqueza conocida de HMA para México es de 184 especies, pertenecientes a 6 órdenes, 13 familias y 32 géneros. La riqueza de HMA incrementó de 160 especies previamente reportadas a 184 especies, derivado del uso de herramientas moleculares para la identificación taxonómica. Las familias con más amplia distribución fueron Glomeraceae, Acaulosporaceae, Entrophosporaceae y Gigasporaceae; en contraste Pacisporaceae, Archaeosporaceae y Sacculosporaceae representaron escasa ocurrencia. *Acaulospora*, *Rhizophagus*, *Funnelliformis*, *Entrophospora*, *Sclerocystis*, *Glomus* y *Gigaspora* fueron los géneros dominantes, mientras que los de mayor rareza fueron *Desertispora*, *Tricispora*, *Microkamienskia*, *Sacculospora*, *Kamienskia*, *Corymbiglomus*, *Otospora* y *Orbispora*. Las recolectas de los HMA mostraron una sobrerrepresentación en Veracruz, Oaxaca y Chiapas. La mayor riqueza de ocurrencia y endemismo ponderado se localiza en la provincia Veracruzana, y la mayor ocurrencia de endemismo ponderado corregido se ubicó en las provincias Desierto Chihuahuense y Veracruzana. No existen ANP que incidan en estos sitios. Las curvas de rarefacción no alcanzaron la asíntota y estimaron entre 213 y 241 especies de HMA para México, al menos entre 13-23% más que la



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

riqueza observada. Este estudio es pionero en analizar la distribución geográfica de los HMA en México y revela sitios con alta riqueza y endemismo, así como su ocurrencia en ANP; además, evidencia zonas con sobrerrepresentación y resalta que las regiones noroeste, norte y noreste del país deben ser mejor inventariadas para precisar la distribución geográfica de Glomeromycota en México.



Contribución al conocimiento de Boletales (Basidiomycota) de Yucatán

Couoh Cetina, María¹; Pinzón Esquivel¹, Juan Pablo; De la Fuente, Javier Isaac².

¹Universidad Autónoma De Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carretera Mérida-Xmatkuil Km. 15.5 Tizapán, 97100 Mérida, Yuc. ²Microbiología, Posgrado de Edafología. Colegio de Postgraduados km 36.5, Montecillo 56264, Estado de México.

*email: couohmariaj@gmail.com

El Orden de los Boletales (Basidiomycota) son un grupo interesante de hongos por su función ecológica como formadores de ectomicorriza y su importancia comestible. Los estudios sobre ectomicorrizas en selvas bajas caducifolias son aún escasos, sin embargo, existe evidencia de diversas especies de árboles, principalmente de la familia Polygonaceae, que pueden asociarse con distintas especies de Boletales. El conocimiento de las micorrizas en este tipo de vegetación podría usarse en proyectos de restauración y conservación. La Península de Yucatán es una zona tropical que presenta climas secos a subhúmedos en la cual se han registrado variedad de especies de árboles que forman asociaciones ectomicorrícicas. El presente estudio tiene como objetivo identificar macrohongos pertenecientes al orden Boletales en sitios de selva baja caducifolia de Yucatán y caracterizarlos a partir de análisis micro y macromorfológicos, además de identificar las especies por medio de análisis moleculares y filogenéticos amplificando la región ITS (*Internal Transcribed Spacer*) de los especímenes encontrados. Se describen cuatro especies distribuidas en tres subfamilias, representados por cuatro géneros: *Scleroderma*, *Xerocomus*, *Hemileccinum* y *Neoboletus*, en las cuales predominaban los ejemplares de *Xerocomus coccolobae*. Los especímenes fueron encontrados en áreas donde prevalecían especies de la familia Polygonaceae, especialmente *Gymnopodium floribundum*. Si bien el género *Hemileccinum* está presente en México, aún no ha sido registrado en selvas con climas tropicales al sureste del país, lo cual es relevante para ampliar los registros de la zona. Se plantea que los esporomas de los Boletales son ocasionales en las selvas de la península de Yucatán, lo cual dificulta evaluar su existencia. Los géneros mencionados han sido registrados formadores de ectomicorriza y en el trópico destacan árboles de la familia Polygonaceae, en Yucatán se han registrado diversas especies asociadas con el 'Ts'iits'ilche' (*Gymnopodium floribundum*). Los resultados presentados contribuyen al conocimiento de la diversidad de hongos en las selvas bajas caducifolias, enriqueciendo significativamente los catálogos de hongos de la región.



Efecto de la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento de *Nepeta cataria* L. (Lamiaceae)

Cruz Casillas Axel Saúl¹, Chimal Sánchez Eduardo^{1,2}, García Sánchez Rosalva¹

¹Laboratorio de Zonas Áridas. Carrera de Biología. Facultad de Estudios Superiores, Zaragoza. UNAM. ²Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

*email: saul17112010@gmail.com

Nepeta cataria conocida como menta gatuna o catnip, es una planta originaria de Europa, que también crece asilvestrada en Asia occidental y Norteamérica. El ingrediente activo es la nepetalactona, un compuesto irresistible para los gatos. Sin embargo, no existen estudios de la interacción de *N. cataria* con hongos micorrízicos arbusculares (HMA), a pesar de ser organismos simbioses obligados que colonizan las raíces de la mayoría de las plantas, formando arbusculos que contribuyen al crecimiento, nutrición y salud de las plantas. Los objetivos de esta investigación fueron a) determinar el efecto de la inoculación de HMA aislados de plantas medicinales en *N. cataria*, b) el porcentaje de colonización micorrízica en raíces (PC) y c) propiedades químicas (pH, MO y P). El método consistió en la germinación de las semillas, las plántulas se sembraron en macetas de 1 kg con sustrato arenoso. Para evaluar el efecto de los HMA, semanal y durante 8 meses se evaluaron variables de altura, ancho, largo del tallo, área foliar y al final del ciclo, la biomasa fresca y seca. Se obtuvieron raíces frescas para evaluar el PC mediante el conteo de las estructuras fúngicas (micelio, vesículas y arbusculos) teñidas con azul de tripano. Los análisis químicos del sustrato se realizaron en laboratorio de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2000. Los resultados indicaron que el sustrato de crecimiento presentó un pH neutro, alto porcentaje de MO=4.99% y fósforo disponible (196.09 mg/Kg). La inoculación de HMA aislados de plantas medicinales colonizaron las raíces de *N. cataria*, con alto porcentaje de colonización con presencia de micelio intra radical y vesículas en las raíces; además tuvo un efecto positivo y significativo en el crecimiento como altura. En conclusión, la inoculación de HMA aislados de plantas medicinales favorecen un mejor desarrollo de las plantas en comparación con aquellas que no inoculadas, lo que sugiere el papel fundamental de esta simbiosis en la mejora de la absorción de nutrientes y en la salud general de la planta; lo cual confirma que la asociación con HMA no solo promueve un crecimiento más vigoroso, sino que también puede representar una estrategia sostenible y ecológica para optimizar el cultivo de *Nepeta cataria*.



El género *Tuber P. Micheli ex F.H. Wigg. (Ascomycota)* en México

Javier I. de la Fuente¹, Jesús García-Jiménez², Gonzalo Guevara-Guerrero², Fortunato Garza-Ocañas³, Sandra Cortés-Pérez¹

¹Microbiología, Posgrado de Edafología. Colegio de Postgraduados km 36.5, Montecillo 56264, Estado de México, México.

²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (ITVC). Boulevard Emilio Portes Gil #1301, Ciudad Victoria 87010, Tamaulipas, México.

³Universidad Autónoma de Nuevo León, Campus Linares, Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Nacional km 145, Apdo. postal 41, 67700 Linares, Nuevo León, México. *email: jdela Fuenteitcv@gmail.com

Los hongos del género *Tuber*, también conocidos como trufas, son hongos hipogeos dentro de la familia Tuberaceae en el orden Pezizales. Las especies en este género se caracterizan por sus hábitos hipogeos, coloraciones que van desde el marrón pálido al negro y las esporas alveoladas. Además, su aroma y sabor las hace uno de los hongos más apreciados a nivel mundial. Con la finalidad de actualizar el conocimiento de este género en México, se realizó una revisión de literatura, contemplando artículos científicos, notas cortas y libros especializados en micología. De igual forma se han realizado muestreos micológicos, principalmente en el centro y norte de México. De acuerdo con la literatura especializada, en México existen 26 especies de *Tuber*. La vegetación con mayor riqueza de especies es el bosque mixto de pino y encino, seguido del bosque de coníferas y el bosque mesófilo de montaña. La mayoría de las especies se conocen únicamente de la localidad tipo, aunque algunas especies como *T. incognitum* y *T. gardneri* tienen mayor distribución en distintos estados de México. Los estados con mayor registro de trufas son México, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Jalisco. Los muestreos realizados principalmente en los estados de Nuevo León y Tamaulipas indican una interesante diversidad de especies pertenecientes al grupo *maculatum* y *lyonii*, las cuales necesitan una descripción formal. Se han logrado algunos avances en cuanto a su síntesis, aunque con especies exóticas como *T. melanosporum*. Sin embargo, algunas especies nativas del grupo *lyonii* pueden tener la calidad para poder propagarse. El conocimiento de las trufas nativas es el primer paso para lograr su aprovechamiento y posterior comercialización.



Evaluación de la inoculación de Hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el crecimiento y desarrollo del chile Yahualica, *Capsicum annuum* L.

Delgadillo Landeros Maricela, Nolasco Rosales Diana Montserrat, García Sanchez Rosalva, Chimal Sanchez Eduardo.

Laboratorio de Zonas Áridas. Carrera de Biología. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México.

*email: marylanderos0122@gmail.com

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) forman relaciones simbióticas con las raíces de la mayoría de las plantas terrestres, lo que contribuye a la mejora de obtención y absorción de nutrientes y absorción de minerales. El chile Yahualica es un fruto obtenido de la especie *Capsicum annuum*, generalmente, su fruto se comercializa en estado fresco, para consumo directo, pero principalmente en seco y es usado como materia prima a ser procesada para uso industrial. Los objetivos de esta investigación fueron: a) evaluar el efecto de la inoculación de HMA aislados de plantas medicinales nativas de México en el crecimiento y desarrollo del chile Yahualica en condiciones de invernadero, b) medir el porcentaje de colonización micorrízica de raíces y c) evaluar las propiedades químicas (pH, MO y fósforo) del sustrato. Se preparó un sustrato con tierra de monte, arena de río y composta en relación 2:2:1, se esterilizó y se determinaron las propiedades químicas de este. Se realizaron dos tratamientos con 15 repeticiones: 1) inoculados con HMA y 2) sin inoculación (testigos). Las variables que se evaluaron fueron: altura, n° hojas, n° botones florales, n° flores, n° frutos cobertura, grosor del tallo, biomasa fresca y seca de la parte aérea (vástago) y de la raíz y se estimó el porcentaje de colonización. El sustrato presentó un pH= 6.2 ligeramente ácido, una baja concentración de fósforo (12.8 mg/Kg) y alto porcentaje de MO=7.7%. De acuerdo con los parámetros registrados y pruebas estadísticas realizadas (ANOVA), se determinó que hubo diferencias significativas entre plantas inoculadas con un porcentaje de colonización del 14.16% y las plantas testigo. Se obtuvo que, en la altura, n° hojas, n° flores, n° frutos, grosor del tallo, cobertura, área foliar, y biomasa fresca del vástago tuvo un efecto la inoculación, mientras que la biomasa seca del vástago y raíz, y la biomasa fresca de raíz no hubo un efecto significativo. Los resultados indicaron que la inoculación con HMA, provenientes de plantas medicinales, en el chile Yahualica fue exitosa, ya que a comparación de las plantas testigo se pudo ver un incremento en su producción, lo cual sería favorable para su cultivo al reducir el uso de fertilizantes y promovería una mejora en la salud del suelo y, en especial, en la calidad del fruto. Por lo que es importante reconocer el potencial que poseen los HMA asociados a plantas medicinales como inoculantes micorrízicos para favorecer la aclimatación y promover el crecimiento.



La colonización de los hongos micorrizicos arbusculares en maíz criollo influye en el desarrollo y respuesta inmunitaria de larvas de *Spodoptera frugiperda*

Jhony Enriquez-Vara^{1*}, Dulce Valencia Abad¹, Evangelina Quiñones-Aguilar², Gabriel Rincón-Enríquez².

¹Laboratorio de Entomología-SECIHTI-CIATEJ, ²Laboratorio de Fitopatología-CIATEJ,
*email: jenriquez@ciatej.mx

Los hongos micorrizicos arbusculares (HMA) establecen una simbiosis con la mayoría de las plantas. Durante la simbiosis, las plantas sufren cambios importantes en su crecimiento, calidad nutrimental y en la expresión de moléculas de defensa que podría afectar el desarrollo y respuesta inmunitaria de los insectos contra sus patógenos. Uno de los componentes de la respuesta inmunitaria de los insectos que se ve afectado por la calidad de las plantas es la fenoloxidasa (FO). En el presente trabajo se evaluó el impacto en el desarrollo y respuesta inmunitaria de larvas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas con plantas de maíz criollo colonizados por los HMA *Funneliformis mosseae* (Fm), *Rhizophagus intraradices* (Ri), la combinación de Fm + Ri y sin HMA. En invernadero, plantas de maíz criollo fueron inoculadas con 80 esporas de los HMA y las plantas sin HMA se inocularon con 10 g de arena estéril. Por cada uno de los tratamientos con los HMA se utilizaron 10 plantas de maíz. Después de cuarenta días de micorrizadas las plantas de maíz, se infestaron con ocho larvas del tercer instar de *S. frugiperda* por planta y se dejaron alimentar por 12 días. Las larvas se retiraron de las plantas para medirles el peso fresco (PF) como indicador de crecimiento. Posteriormente, las larvas fueron retadas con células de bacterias para activar la FO mediante la inyección en el hemocoele de 10 µL de una suspensión de PBS con la bacteria *Micrococcus lysodeikticus* a una concentración de 1 µg/µL y se incubaron por 24 h a 25°C. De cada larva se tomó una muestra de hemolinfa para cuantificar la proteína total y la actividad de la FO. La colonización micorrizica de las plantas de maíz por Fm fue de 31.84%, Ri 24.32 % y Fm+Ri 35.56 %. Las larvas alimentadas con plantas colonizadas por Ri y sin HMA presentaron un mayor peso que las colonizadas con Fm y la combinación de los HMA (Dunn, p<0.05). Por otra parte, las larvas alimentadas con maíz colonizado con Ri presentaron una mayor cantidad de proteína total y actividad de la FO que Fm, Fm+Ri y sin HMA (Dunn, p<0.05). Estos datos sugieren que las plantas de maíz colonizadas por Ri tuvieron una mejor calidad nutrimental que influyo en el crecimiento y respuesta inmunitaria de las larvas de *S. frugiperda*.



Efecto de la inoculación de los hongos micorrízicos arbusculares en maíz y su impacto en la preferencia alimenticia y desarrollo de *Spodoptera frugiperda*

Gerardo García-Uribe¹, Evangelina Quiñones-Aguilar¹, Gabriel Rincón-Enríquez^{1*},
Jhony Enríquez-Vara².

¹Laboratorio de Fitopatología-CIATEJ, ²Laboratorio de Entomología-SECIHTI-CIATEJ.
*email: grincon@ciatej.mx

La interacción entre hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y plantas puede modificar su metabolismo y respuesta frente a herbívoros. En el cultivo de maíz (*Zea mays*), estas asociaciones podrían fortalecer mecanismos de defensa natural. En este estudio se evaluó el efecto de las plantas de maíz inoculadas con distintas cepas de HMA en la preferencia alimenticia y desarrollo de *Spodoptera frugiperda*. Se hizo un experimento en completamente al azar con dos factores: tipos de maíz híbrido (VH) y criollo (VT); inóculo de HMA *Rhizophagus intraradices* (RI), *Funneliformis mosseae* (FM), consorcio Cerro del Metate (CM) y sin HMA (SM). Los 8 tratamientos se repitieron 10 veces. Después de 45 días de colonizadas las plantas de maíz se cortaron hojas de los 8 tratamientos y se diseñaron dos formas de ofrecer el follaje a las larvas de *S. frugiperda*: (1) elección, se realizaron 100 repeticiones colocando 4 fragmentos de 3 cm² de área foliar de cada uno de los 8 tratamientos (VH o VT con SM, RI, FM, CM) colocados de manera equidistante y en la parte central se colocó una larva de *S. frugiperda* en el instar L2. Se determinó la ubicación de la larva durante 1 h del fragmento de tejido foliar de su preferencia haciendo registros cada 15 min, después de 24 h se determinó el área foliar consumida y la elección final de alimento; (2) no elección, solo se proporcionó a las larvas un solo tipo de tratamiento como alimento (30 repeticiones por tratamiento). Se determinó el área foliar consumida a las 24 h y peso de las larvas a los 5 días de alimentarse. Cuando las larvas eligieron su alimento se encontró que en las plantas VH los tratamientos de HMA mostraron una mayor preferencia de elección a lo largo del tiempo con respecto a SM, siendo el tratamiento CM el que tuvo la mayor preferencia a lo largo del tiempo y FM mostraron el mayor consumo foliar significativo (Tukey, $p \leq 0.05$) respecto al tratamiento SM, mientras que RI presentó una disminución en el consumo foliar estadísticamente significativo (Tukey, $p \leq 0.05$) respecto a SM; en el caso de las plantas VT los tratamientos RI y FM fueron los que tuvieron una mayor preferencia a las 24 h, RI mostró una menor área foliar consumida y FM mostró una mayor área foliar consumida estadísticamente significativo (Tukey, $p \leq 0.05$) respecto a SM a las 24 h. Por otra parte, cuando a las larvas se les obligó a comer un solo tipo de alimento se encontró que el tejido de las plantas VH y VT con los tratamientos FM tuvieron una mayor área foliar consumida y las larvas presentaron un mayor peso (Tukey, $p \leq 0.05$), RI y CM obtuvieron una menor área foliar consumida y un menor peso final de las larvas (Tukey, $p \leq 0.05$). Estos datos sugieren que los HMA RI y CM activan mecanismos de antibiosis en las plantas de maíz que reduce el consumo de tejido y el peso de las larvas de *S. frugiperda*.



Hongos micorrízicos arbusculares como promotores de crecimiento de maíz (*Zea mays*) en condiciones de invernadero

Gerardo García-Uribe¹, Evangelina Quiñones-Aguilar¹, Gabriel Rincón-Enríquez^{1*},
Jhony Enríquez-Vara².

¹Laboratorio de Fitopatología-CIATEJ, ²Laboratorio de Entomología-SECIHTI-CIATEJ.
*email: grincon@ciatej.mx

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo de importancia mundial que requiere alta disponibilidad de nutrientes para su óptimo crecimiento. Sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes químicos tiene consecuencias ambientales y económicas. Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) ofrecen una alternativa sostenible al mejorar la absorción de nutrientes y promover el crecimiento vegetal. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de distintos HMA en el crecimiento de maíz híbrido y criollos bajo condiciones de invernadero. Se estableció un experimento bajo un diseño experimental completamente al azar factorial con el factor variedad de maíz (5 niveles): híbrida (VH); criollos: VT, VR, VN y VL; y el factor HMA (4 niveles): sin micorrizas (SM), *Rhizophagus intraradices* (RI), *Funneliformis mosseae* (FM) y consorcio Cerro del Metate (CM). Se evaluaron 20 tratamientos con 8 repeticiones. Se evaluaron las variables biomasa seca total, altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, densidad de esporas y porcentaje de colonización micorrízica. Las variedades criollas VL y VN presentaron un incremento significativo (Tukey, $p \leq 0.05$) en biomasa seca por la inoculación de los tratamientos HMA FM y RI mientras que el híbrido no mostró un efecto de incremento del crecimiento cuando se colocaron HMA. La densidad de esporas aumentó significativamente (Tukey, $p \leq 0.05$) en el híbrido VH. En cuanto a la colonización, los criollos VT y VR presentaron los valores significativamente más altos (Tukey, $p \leq 0.05$). Los resultados indican que la respuesta positiva a la inoculación depende tanto de la variedad de maíz como del inóculo micorrízico. Las variedades criollas aprovecharon mejor la simbiosis, evidenciando mayor eficiencia funcional. En contraste, aunque el híbrido mostró alta esporulación, su respuesta en términos de biomasa y crecimiento fue limitado, sugiriendo una relación simbiótica menos eficiente. La inoculación con HMA favorece el crecimiento de variedades criollas de maíz en condiciones de invernadero. La eficiencia de la simbiosis micorrízica depende del genotipo vegetal y la compatibilidad del HMA, lo que resalta la importancia de seleccionar combinaciones planta-hongo adecuadas para programas de manejo sostenible.



Propagación de bionóculos a partir de suelo proveniente de monocultivos de maíz en transición agroecológica.

Marilú Garfías García¹; Irasema Vargas Aríspuro²; Silvia Margarita Carrillo Saucedo^{2,3}.

¹Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM-Campus Morelia Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701 Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta C.P. 58190 Morelia, Michoacán. ²Centro de Alimentación e Investigación y Desarrollo (CIAD) Carretera a la Victoria Km. 0.6, Col. Ejido La Victoria, C.P. 83304 Hermosillo, Sonora, México.

³Laboratorio Nacional de Innovación Ecotecnológica (LANIES) Antigua Carretera a Pátzcuaro No.8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México. *email: garfiasgarciamary@gmail.com

El proceso de propagación de bioinóculos busca multiplicar los microorganismos viables para obtener una cantidad suficiente y activa para su uso. Esto se logra mediante el cultivo secuencial en medios nutritivos, aumentando gradualmente el volumen para alcanzar la biomasa deseada. La propagación de bionóculos micorrízicos busca aumentar propágulos viables de hongos formadores de micorrizas para inocular suelos o plantas. En hongos endomicorrízicos arbusculares (HMA), al ser simbioses obligados, se usa principalmente el cultivo en maceta con plantas hospedantes para obtener raíces colonizadas como bioinóculo. Para esta propagación se utilizan “plantas trampa” debido a su capacidad de desarrollar altos niveles de colonización en sus raíces y favorecen la esporulación de HMA. Es importante seleccionar una especie vegetal que se colonice fácilmente por el hongo micorrízico que interesa propagar. Algunas opciones comunes son el sorgo, el maíz o algunas leguminosas. El maíz (*Zea mays* L.) es una fuente de alimentación de las más antiguas y de gran importancia en México, para mejorar su productividad se recurre a la inoculación con Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA), microorganismos que establecen simbiosis con la mayoría de las plantas terrestres, favoreciendo su desarrollo mediante sus estructuras como arbusculos, vesículas e hifas. En el mercado nacional se produce gran cantidad de bioinóculos micorrízicos mono-específicos, sin embargo, muy pocos se producen a partir de comunidades de HMA nativos de una planta de interés. El objetivo de este trabajo fue describir el estado de la simbiosis de HMA en un experimento de propagación de inóculos nativos. Para lo cual se evaluó el porcentaje de colonización en plantas de maíz y se cuantificó la abundancia de esporas en el suelo. Se implementó un diseño experimental utilizando como planta trampa semillas de maíz híbrido cultivadas durante tres meses en un sustrato compuesto por una mezcla 500 g de inóculo colectado de 17 regiones de México y 3.5 kg de arena estéril. Se hicieron 3 repeticiones para cada sitio, en total fueron 54 unidades experimentales. El sustrato fue fertilizado con NPK cada 15 días. La colonización de las raíces por HMA se evaluó mediante la técnica de Phillips y Hayman (1970), que incluyó suavizado, limpieza, clarificación y tinción con azul de tripano de las raíces. La extracción y el conteo de esporas fue mediante tamizado húmedo con gradiente de sacarosa. También se realizaron análisis de textura del suelo usando el método de Bouyoucos y el triángulo de texturas, pH y conductividad eléctrica. Los resultados más importantes fueron: el porcentaje de colonización observado varió entre 5% y 49%. La abundancia de esporas fue baja ya que se contaron de 1 a 7 esporas por gramo de suelo. En general, los suelos



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

presentaron un pH de ligeramente ácido a básico (6.3 a 8.8), en cuanto a su textura predominaron los suelos francos con solo un sitio con textura arcillosa. La conductividad fue de 0.026 a 0.127 dS/m, lo que indica que en general son suelos libres de sales. Todas las plantas del experimento presentaron colonización lo que es un indicador de que el inóculo que utilizamos era viable. En el caso de abundancia de esporas por gramo de suelo, esta fue baja, en la mayoría de los casos fue de menos de 1 espora por gramo de suelo. Este valor es bajo, sin embargo, puede deberse al volumen de suelo que se utilizó como inóculo 500 g por maceta y el tiempo de propagación. La propagación de inóculos micorrízicos potenciales no es igual para todos los sitios y que es necesario seguir profundizando en las relaciones existentes entre las variables del suelo y las micorrízicas para mejorar la propagación de inóculos nativos.



Promoción del crecimiento de *Bixa orellana* L. mediante inoculación con hongos micorrízicos arbusculares en etapa de vivero

Miguel Ángel Gómez Colotl¹, Yajaira Baeza Guzmán¹, Jafet García Mundo¹

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090, Xalapa, Veracruz, México. *email: colotlmiguel123@gmail.com

El achiote (*Bixa orellana* L.) es una especie de alta importancia económica debido a que sus semillas son fuente de bixina, un pigmento natural ampliamente utilizado en las industrias alimentaria, cosmética, farmacéutica y textil. Sin embargo, su cultivo se enfrenta a limitaciones por la baja disponibilidad de nutrientes en suelos tropicales. Una estrategia sostenible para mejorar su establecimiento es el uso de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) como biofertilizantes, ya que estos mejoran la absorción de nutrientes y promueven el crecimiento vegetal. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inoculación con HMA sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de achiote en invernadero. El experimento se estableció con un diseño completamente al azar, con dos tratamientos (plantas inoculadas y no inoculadas) y 20 repeticiones por tratamiento. Se utilizó un sustrato compuesto por tierra negra y tepetzil (2:1) y la inoculación se realizó a las ocho semanas de germinación utilizando un consorcio de especies de HMA. Se aplicaron 2 g de biofertilizante por planta. Las variables evaluadas fueron altura, diámetro del tallo y área foliar. Además, se midieron parámetros fisiológicos y bioquímicos como contenido de clorofila, colonización micorrízica, peso seco radicular y aéreo, longitud de raíces y contenido de polifenoles. Los resultados indicaron diferencias significativas en altura (20.65 cm en plantas micorrizadas vs. 17.54 cm en no micorrizadas), diámetro del tallo (4.1 mm vs. 3.7 mm) y área foliar (367.52 cm² vs. 253.86 cm²). La colonización micorrízica también fue significativamente mayor en plantas inoculadas (75.5%) frente al testigo (41%). Aunque el contenido de clorofila fue ligeramente menor en plantas micorrizadas (0.0195 mg/cm²) respecto a las no micorrizadas (0.020 mg/cm²), esta diferencia resultó significativa. En cuanto a la biomasa, las plantas micorrizadas presentaron mayor peso seco radicular (11.11 g) y aéreo (12.99 g) que las no inoculadas (8.53 g y 10.5 g, respectivamente). No se observaron diferencias significativas en la longitud de raíces ni en el contenido de polifenoles. Estos resultados confirman que la inoculación con HMA mejora el crecimiento y la biomasa de plantas de achiote en condiciones de vivero, representando una alternativa biotecnológica viable para optimizar su producción.



Dinámica de comunidades micorrícicas arbusculares a lo largo de un gradiente sucesional en un bosque tropical seco de Yucatán

Natali Gómez Falcón¹, Francisco Chi May ¹, Julio Campo Alves², Luis Lara Pérez³, Hassan Polo-Marcial³, Juan Dupuy Rada^{1*}

1Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, c. 43, 130-x 32 y 34 col. Chuburná de Hidalgo, 97205 Mérida, Yucatán, México.

2Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, 70-275, 04510 México, México. 3Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Carretera Chetumal-Escárcega km 21.5 Ejido Juan Sarabia, C.P. 77965 Quintana Roo, México. *email: JMDUPUY@cicy.mx

Los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) establecen asociaciones simbióticas con la mayoría de las plantas terrestres, facilitando la absorción de nutrientes y aumentando la resistencia a condiciones ambientales adversas. En los bosques tropicales secos (BTS), ecosistemas vulnerables con dinámicas sucesionales complejas, los HMA desempeñan un papel fundamental en la recuperación del suelo y la vegetación, aunque su estudio es limitado. La Reserva Biocultural Kaxil Kiuic (Yucatán, México) alberga bosques secundarios de distintas edades tras el abandono de prácticas agrícolas tradicionales, constituyendo un sistema ideal para analizar estas comunidades. El objetivo principal es evaluar la composición, diversidad y funcionalidad de las comunidades de HMA a lo largo de una cronosecuencia sucesional y en diferentes estaciones climáticas. Se plantea la hipótesis de que la diversidad y actividad micorrícica aumentan con la madurez del bosque y varían entre temporada seca y lluviosa. El muestreo se realizará en bosques secundarios de sucesión temprana (3-12 años), media (18-32 años) y tardía (78-100+ años). Se colectarán muestras de suelo, mantillo y raíces finas durante dos años en ambas estaciones. Se analizarán nutrientes (N, P, C) y se monitoreará el crecimiento de especies dominantes para evaluar la influencia funcional de las micorrizas. Se espera un incremento en la diversidad y abundancia de HMA a lo largo del gradiente sucesional de BTS, con variaciones significativas entre estaciones climáticas. Asimismo, se plantea que factores edáficos como la textura, el contenido de nutrientes y la cobertura de mantillo orgánico modulan la composición y funcionalidad de las comunidades micorrícicas, influenciando su capacidad simbiótica y eficiencia en la adquisición de recursos. Los datos generados permitirán evaluar el papel ecológico de los HMA en la recuperación funcional de suelos degradados, evidenciando su contribución en procesos de sucesión vegetal y restauración biogeoquímica posterior al abandono de prácticas agrícolas tradicionales. La caracterización de comunidades micorrícicas en distintas edades sucesionales y bajo diferentes condiciones estacionales aportará información clave para entender su dinámica ecológica y su potencial en programas de restauración. Además, la identificación de especies o cepas de HMA con alta eficiencia simbiótica y adaptabilidad a condiciones locales constituirá una herramienta estratégica para diseñar prácticas de restauración ecológica basadas en procesos naturales. Este conocimiento fortalecerá iniciativas de conservación, manejo sustentable y restauración de BTS, promoviendo su resiliencia frente a perturbaciones antropogénicas, e incentivando su incorporación en



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

sistemas agroforestales y esquemas de reforestación ecológica en contextos neotropicales.



Genes xiloglucano xilosiltransferasa (XXT) de tomate participan en la modificación de la pared celular durante la interacción simbiótica con *Rhizophagus irregularis* y patógena con *Sclerotinia sclerotiorum*

Ingrid G. Hernández-Verdugo¹, Luis G. Sarmiento-López², Melina López-Meyer^{1*}

¹Departamento de Biotecnología Agrícola, CIIDIR-Sinaloa Instituto Politécnico Nacional, Guasave, Sinaloa, México.

²Unidad de Investigación en Ambiente y Salud, Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Los Mochis. *email: mlopez@ipn.mx

Los genes xiloglucano xilosiltransferasa (XXT) pertenecen a la familia de las glicosiltransferasa 34. Estos genes participan en la biosíntesis de xiloglucano, principal componente de la hemicelulosa en dicotiledóneas. Los genes *XXT* codifican para enzimas cuya función es transferir xilosa a la cadena de xiloglucano. Las interacciones simbióticas y patógenas generan respuesta sistémica en los tejidos vegetales que provocan alteraciones de la pared celular. La familia de genes *XXT* no ha sido reportada como tal en ninguna otra especie por lo que en el presente trabajo se propuso caracterizar bioinformáticamente los genes *XXT* en tomate, evaluar su respuesta transcripcional durante la interacción con *Rhizophagus irregularis* y *Sclerotinia sclerotiorum*, medir xilosa libre y evaluar indirectamente el contenido de hemicelulosa en hojas. Se hipotetizó que al menos uno de los genes *XXT* tiene expresión génica diferencial en tomate durante la interacción simbiótica y patógena, generando así, cambios en el contenido de xilosa y hemicelulosa. Para la caracterización bioinformática de los genes *XXT* se empleó el genoma 5.0 de tomate. La expresión relativa se determinó mediante RT-qPCR, mientras que la cuantificación de xilosa libre por UPLC. Los cambios en la estructura de la pared celular se evaluaron mediante microscopia confocal (fluoróforo DirectYellow 96). En este trabajo, se identificaron seis genes *XXT* (*SIXXT1-SIXXT6*) en tomate. Mediante el modelaje 3D de las proteínas se identificó el ligando UDP, por el cual, las *XXT* pueden unirse al sustrato UDP-Xilosa. En hojas de tomate, los genes *SIXXT1* y *SIXXT3* se inducen por micorrización, lo que podría provocar un reforzamiento preventivo de la pared celular. Lo anterior, se relaciona con lo observado por microscopia, donde las hojas de plantas micorrizadas presentaron mayor intensidad de fluorescencia del fluoróforo específico para hemicelulosa. En raíces, el gen *SIXXT3* respondió a la baja en infección por *S. sclerotiorum*, mientras que el *SIXXT6* se indujo por micorrización, por lo que este gen podría estar involucrado en la remodelación de la pared celular durante la micorrización. La xilosa libre no se detectó en hojas de plantas infectadas por lo que se hipotetiza que la xilosa podría convertirse en UDP-Xyl para usarse como sustrato por las *SIXXT*. En este trabajo, se reporta la primera identificación y caracterización de los genes *SIXXT* en tomate y se identificaron genes que responden a la micorrización y a la infección de tejidos de hojas y raíces, lo que lleva a una modificación de la estructura de la pared celular.



El sistema etnoagroforestal “milpa-chichipera” amortigua el impacto del cambio de uso de suelo sobre los hongos micorrízicos arbusculares en un ecosistema semiárido de México

Arturo Jiménez-Martínez¹, Noé Manuel Montaña^{2*}, Eduardo Chimal-Sánchez^{2,3}, Lucía Varela², Susana Adriana Montaña-Arias², Sara Lucía Camargo-Ricalde²

¹ Posdoctorante SECIHTI Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Av. Ferrocarril de San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ª Sección, Iztapalapa, 09310, Ciudad de México.

² Departamento de Biología, Área de Botánica, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Av. Ferrocarril de San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ª Sección, Iztapalapa, 09310, Ciudad de México.

³ Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Batalla 5 de mayo esq. Fuerte de Loreto, Ejército de Oriente, 09230, Ciudad de México. *email: nmma@xanum.uam.mx

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) se han documentado escasamente en sistemas agroforestales semiáridos. Este es el caso del sistema etnoagroforestal (SEAF) “milpa-chichipera” en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca, México, el cual resulta de la conversión del matorral xerófilo dominado por *Myrtillocactus chichipe* (Cactaceae) y promueve la conservación de plantas nativas en parches de vegetación rodeados por milpa como una alternativa a la agricultura intensiva. Los objetivos de este trabajo fueron: (1) evaluar la variación estacional de las comunidades de HMA en el SEAF milpa-chichipera con relación al matorral preservado y los campos agrícolas, y (2) determinar la relación entre los HMA y las propiedades edáficas en este contexto etnoagroforestal. En las estaciones de secas y lluvias se recolectó suelo a 15 cm de profundidad en cinco parcelas con diferente uso de suelo: matorral preservado, parches de vegetación y áreas abiertas del SEAF y campos agrícolas. Se evaluaron la abundancia de esporas y riqueza de HMA, con estos datos se estimó la diversidad alfa a través de los índices Shannon-Wiener y Simpson y la diversidad beta por análisis de similitud. Con un análisis de correspondencia canónica (ACC) se exploró la relación entre los usos de suelo, las propiedades del suelo y las comunidades de HMA. Se identificaron 58 morfoespecies de HMA en 17 géneros y 10 familias. La abundancia, riqueza y diversidad de HMA fueron mayores en el matorral preservado y los parches de vegetación del SEAF, en comparación con las áreas abiertas y los campos agrícolas. Todos los usos del suelo presentaron una composición diferente de HMA la cual varió en función del uso de suelo, la estacionalidad y propiedades edáficas (humedad, textura y nutrientes disponibles), lo que explica los cambios en la composición de HMA a nivel de género y morfoespecies. El ACC reveló que la composición de los HMA en el matorral preservado y los parches de vegetación, en ambas estaciones, así como en el área abierta del SEAF en la estación seca, se relacionaron con un mayor contenido de arcilla, así como con la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Se concluye que, el SEAF “milpa-chichipera” y el matorral preservado son reservorios de HMA y que el SEAF podría amortiguar los impactos tanto



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

del cambio de uso de suelo hacia la agricultura intensiva como de la variación estacional de la lluvia en las comunidades de estos hongos simbióticos.



Abundancia, riqueza, diversidad y simbiosis de hongos micorrícicos arbusculares en la rizósfera de *S. pruinosus* y *S. stellatus* en un matorral xerófilo de San Juan Joluxtla, Oaxaca, México

Esmeralda Callejas Quiroz¹, Fernando Jair Lara Angeles^{1*}, Claudia Barbosa Martínez¹,
Noé Manuel Montaña Arias¹, David Alejandro Guzmán Hernández¹ y
Eduardo Chimal Sánchez¹

¹Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco, Núm. 186, Col. Leyes de Reforma 1ª Sección, Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09310, Ciudad de México, México. *email: starfer49@gmail.com

San Juan Joluxtla, Oaxaca, es un ecosistema semiárido de México que alberga una gran diversidad de especies; *Stenocereus pruinosus* y *S. stellatus* son cactáceas representativas de esta zona, donde ayudan a prevenir la erosión y a retener agua, además de brindar refugio y alimento a la fauna. Los suelos en estos ambientes son muy limitantes por la pobreza de nutrientes y escasez de agua. La presencia de hongos simbióticos mutualistas en la rizósfera de estas plantas podría mejorar la supervivencia y adaptación de estas, sin embargo, la abundancia, riqueza y diversidad de estos hongos en la zona no ha sido previamente estudiada. El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar la abundancia, riqueza, diversidad y simbiosis de los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) en la rizósfera de *Stenocereus pruinosus* y *S. stellatus* durante las estaciones de secas y lluvias. Se realizaron dos muestreos, uno en la temporada de lluvias y otro en la temporada de secas. En cada estación se recolectaron aproximadamente 500 g de suelo de la rizósfera de ambas especies de cactáceas (5 individuos por especie) para la extracción de esporas, así como cinco fragmentos de raíces secundarias de cada individuo para evaluar colonización de estructuras micorrícicas. La identificación taxonómica de las especies de HMA se llevó a cabo con base en criterios morfológicos de las esporas. En total, se registraron 28 morfoespecies de HMA en el matorral xerófilo de San Juan Joluxtla pertenecientes a las familias Acaulosporaceae, Ambisporaceae, Diversisporaceae, Entrophosporaceae, Glomeraceae, Gigasporaceae y Pacisporaceae y se observó colonización de estructuras micorrícicas en las raíces de *S. pruinosus* y *S. stellatus*. Se registraron diferencias significativas entre la abundancia, riqueza y diversidad de los HMA asociados a las dos especies de cactáceas, sin embargo, no se registraron diferencias significativas entre la estacionalidad. Estos resultados evidencian que el matorral xerófilo de San Juan Joluxtla alberga una gran riqueza y diversidad de HMA.



Abundancia, riqueza, diversidad y simbiosis de hongos micorrícicos arbusculares en la rizósfera de dos especies de cactáceas en un matorral xerófilo de San Juan Joluxtla, Oaxaca, México

Esmeralda Callejas Quiroz¹, Fernando Jair Lara Angeles^{1*}, Claudia Barbosa Martínez¹,
Noé Manuel Montaña Arias¹, David Alejandro Guzmán Hernández¹ y
Eduardo Chimal Sánchez¹

¹Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco, Núm. 186, Col. Leyes de Reforma 1ª Sección, Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09310, Ciudad de México, México. *email: starfer49@gmail.com

México es considerado como uno de los países con mayor mega diversidad biológica. Aproximadamente el 60% está conformado por zonas donde la precipitación es escasa y poco predecible. Una de estas regiones es San Juan Joluxtla, un ecosistema semiárido del Estado de Oaxaca, que alberga una notable diversidad biológica. En esta región, las cactáceas *Stenocereus pruinosus* y *S. stellatus* son especies que desempeñan funciones ecológicas clave, tales como la prevención de la erosión y suministro de refugio y alimento a diversas especies de fauna. Sin embargo, los suelos de este ecosistema presentan condiciones limitantes debido a su baja disponibilidad de nutrientes y agua. En este contexto los hongos micorrícicos arbusculares (HMA), simbiontes mutualistas asociados a las raíces de plantas podrían contribuir a la adaptación y supervivencia de estas cactáceas. No obstante, la abundancia, riqueza y diversidad de estos hongos en la zona no habían sido estudiadas. El estudio tuvo como objetivo evaluar y comparar la abundancia, riqueza, diversidad y colonización de los HMA presentes en la rizósfera de *S. pruinosus* y *S. stellatus* durante las estaciones de lluvias y secas. Se realizaron dos muestreos estacionales (lluvias y secas) recolectando aproximadamente 500 g de suelo rizosférico por individuo (cinco individuos por especie), así como fragmentos de raíces secundarias para la evaluación de colonización micorrícica. La identificación taxonómica de las especies de HMA se llevó a cabo tomando en cuenta criterios morfológicos de las esporas. En total, se registraron 28 morfoespecies de HMA pertenecientes a las familias Acaulosporaceae, Ambisporaceae, Diversisporaceae, Entrophosporaceae, Glomeraceae, Gigasporaceae y Pacisporaceae. Se encontraron diferencias significativas en la abundancia, riqueza y diversidad de HMA entre *S. pruinosus* y *S. stellatus*, aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones. Ambas especies de cactáceas mostraron colonización micorrícica. Estos resultados destacan la alta diversidad y riqueza de HMA en el matorral xerófilo de San Juan Joluxtla y subraya su posible papel en la resiliencia de las cactáceas ante condiciones ambientales adversas.



**Riqueza y composición de *Glomeromycota* en la región sur-sureste de México
mediante herramientas de secuenciación de alto rendimiento**

Luis Alberto Lara-Pérez^{1*}, Martín H. Polo Marcial¹, Alfredo F. Yanez-Montalvo²,
Fernando Casanova-Lugo¹, Laura A. Macario-González¹

¹Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de la Zona Maya,
Carretera Chetumal-Escárcega km 21.5 Ejido Juan Sarabia, C.P. 77965 Quintana Roo,
México. *Autor de correspondencia *email: ingluislara@gmail.com

²Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, Carretera
Transpeninsular Ensenada - Tijuana No. 3917, Ensenada, México

Introducción: Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) establecen simbiosis con la mayoría de las plantas, ofreciendo múltiples beneficios como mejora nutricional, ciclado de nutrientes, secuestro de carbono, y promueven la salud y fertilidad del suelo. Debido a estos beneficios los HMA representan una alternativa sustentable con potencial de contribuir a la estabilidad funcional de los agroecosistemas. En México, diversos estudios han revelado una notable riqueza y diversidad de HMA, particularmente a partir de caracteres morfológicos de las glomerosporas. Sin embargo, dada la alta biodiversidad del país y la compleja taxonomía de este grupo es fundamental complementar con herramientas moleculares aplicadas al estudio de la ecología y la diversidad. **Objetivos e hipótesis:** El objetivo de este trabajo fue presentar la riqueza y la composición de HMA, mediante la secuenciación del gen 18S ARN ribosomal (ARNr) con la plataforma Illumina MiSeq. **Métodos:** Se procesaron 51 muestras de cinco tipos de vegetación en la región sur-sureste de México. La delimitación de especies se realizó con un umbral del 97 % de similitud y como referencia la base de datos de MaarjAM y Eukaryome, y validada por un árbol filogenético de máxima verosimilitud e inferencia Bayesiana. **Resultados:** Se identificaron 90 OTUs, pertenecientes a 4 órdenes, 12 familias, y 27 géneros. Las familias dominantes fueron Glomeraceae y Diversisporaceae. Los géneros con más riqueza fueron *Rhizoglosum* y *Dominikia* con 9 y 7 taxones virtuales, respectivamente. La composición de HMA cambia con respecto al tipo de vegetación, con evidencia de especies que aún no han sido descritas. La aplicación de la secuenciación masiva permitió un avance sustancial en registro de los HMA al identificar, un nuevo orden, tres nuevas familias y siete géneros previamente no registrados en México. **Discusión y conclusión:** En conjunto con el registro de glomerosporas y las evidencias moleculares, la clasificación actual de *Glomeromycota* en México comprende seis órdenes, 16 familias y 35 géneros. Estos hallazgos subrayan la necesidad de ampliar los estudios de diversidad, integrando enfoques moleculares y taxonómicos para avanzar en la comprensión de la dinámica, ecología, fisiología y biogeografía de los HMA, así como la detección de nuevas especies. Para futuros estudios, se podrían considerar técnicas o regiones que faciliten la identificación a nivel de especie, como la subunidad larga del ARNr o la secuenciación PacBio. El conocimiento de la diversidad y distribución de HMA puede tener implicaciones relevantes tanto para la conservación, como para su manejo en agroecosistemas y manejo forestal sustentable.



Diversidad de hongos micorrizógenos arbusculares asociados a *Cheilanthes lozanoi* var. *seemannii* y *Myriopteris aemula* en un bosque tropical caducifolio, Querétaro, México

Rosa M. López-Ambrocio¹, Noé Manuel Montaña², Leticia Pacheco², Sara Lucía Camargo-Ricalde², Susana Adriana Montaña-Arias², Ana Alejandra Bautista Cruz².

¹Posdoctorante de la SECIHTI asignada al Área Botánica, Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1ª Sección Alcaldía Iztapalapa, 09310, Ciudad de México, México. ²Área de Botánica, Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1ª Sección Alcaldía Iztapalapa, 09310, Ciudad de México, México. *email: rosiambrocio@gmail.com

Los helechos son componentes importantes del bosque tropical caducifolio (BTC) y establecen un gran número de interacciones ecológicas con las especies de su entorno; entre ellas, los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA). Dada la escasez de estudios sobre la relación HMA-helechos en el BTC, los objetivos de este trabajo fueron determinar la composición de HMA presentes en la rizósfera y el porcentaje de colonización en las raíces de *Cheilanthes lozanoi* var. *seemannii* y *Myriopteris aemula*, durante tres temporadas, en un BTC, en Jalpan de Serra, Querétaro, México. Se ubicaron siete poblaciones de cada especie; se muestrearon raíces y suelo rizosférico de cuatro individuos, en temporada de secas, inicio de lluvias y lluvias. En las raíces recolectadas, se evaluó la colonización por HMA; las esporas de HMA se extrajeron del suelo y se determinaron taxonómicamente. El pH del suelo fue de ligeramente ácido a ligeramente alcalino, el contenido de materia orgánica (MO) fue alto, el fósforo inorgánico y el nitrógeno total fueron bajos y la temperatura osciló entre 17 y 25 °C. En las tres temporadas, *M. aemula* presentó mayor porcentaje de colonización micorrízica y abundancia de esporas de HMA, en comparación con *C. lozanoi* var. *seemannii*; aunque, la colonización se incrementó en la temporada de secas, en ambos taxones. La abundancia de esporas fue de 80 a 220 por gramo de suelo seco. En total, se identificaron 23 morfoespecies de HMA distribuidas en 10 géneros, de los cuales, los mejor representados fueron *Glomus* y *Acaulospora*. La mayor riqueza y diversidad se registró en *M. aemula*. *Acaulospora spinosa*, *A. scrobiculata*, *Funneliformis geosporum* y *Glomus multiflorum* estuvieron presentes en la rizósfera de los dos taxa, en las tres temporadas. Se observó una relación significativa entre los morfotipos de HMA y la temperatura, contenido de MO y nitrógeno total del suelo. La temporalidad influyó en el porcentaje de colonización micorrízica y en la presencia de morfotipos de HMA en el suelo rizosférico. Este estudio proporciona información respecto a los HMA distribuidos en México, dado que cita por primera vez a *G. multiflorum*; también, es el primero en documentar la presencia de HMA en raíces de *C. lozanoi* var. *seemannii* y *M. aemula*. En México, la superficie del BTC se ha reducido por distintas actividades antropogénicas y naturales, por lo que conocer la relación HMA-helechos puede brindar información crítica para implementar estrategias de restauración ecológica.



Hongos micorrizógenos arbusculares asociados a *Dryopteris pseudofilix-mas* (Fée) Rothm. (Dryopteridaceae) en el monte Tláloc, Estado de México.

Rosa M. López-Ambrocio^{1,4}, Santos Carballar-Hernández³, Ronald Ferrera-Cerrato⁴,
Juan J. Almaraz⁴, Leticia Pacheco², Noé Manuel Montaña².

¹Posdoctorante de la SECIHTI asignada al Área Botánica, Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1ª Sección Alcaldía Iztapalapa, 09310, Ciudad de México, México. ²Área de Botánica, Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1ª Sección Alcaldía Iztapalapa, 09310, Ciudad de México, México. ³Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo. Avenida Universidad 3000, Col. Lomas de la Universidad, 59103 Sahuayo, Michoacán, México. ⁴Postgrado de Edafología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, 56264 Texcoco de Mora, México. *email: rosiambrocio@gmail.com

En México, los estudios enfocados en conocer el estado micorrízico de los helechos, así como la identidad de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) asociados a ellos, son escasos; conocer esta relación simbiótica, es útil para plantear alternativas en la restauración ecológica de este grupo de plantas o bien, puede dirigirse para fines agrícolas. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el porcentaje de colonización en las raíces de *Dryopteris pseudofilix-mas* y analizar la variación espacial de las comunidades de HMA presentes en su rizósfera, en el Monte Tláloc, Estado de México. El sitio de estudio corresponde a bosque de *Abies religiosa* y bosque mixto. A lo largo de una cañada se seleccionaron cuatro poblaciones de la especie, en cada una se recolectó suelo rizosférico de cuatro individuos; en el lugar, se determinó la altitud, humedad y temperatura del suelo. Se realizó un análisis físico y químico de las muestras de suelo. La colonización por HMA en las raíces se determinó por el método de clareo y tinción con azul de tripano de Phillips y Hayman (1970). La extracción de esporas se efectuó por el método de tamizado húmedo y decantación, seguido por centrifugación en gradiente de sacarosa; su identificación se realizó con base en las características morfológicas de las esporas. Para cada sitio se examinó la composición de morfoespecies de HMA y su relación con las propiedades del suelo. El suelo se caracterizó por ser ligeramente ácido a ácido, con alta concentración de fósforo inorgánico, materia orgánica (MO) y nitrógeno total. El porcentaje de colonización micorrízica fluctuó de 37 a 46 %, las estructuras de HMA observadas fueron hifas, arbusculos, vesículas y esporas. El número de esporas osciló entre 69 y 435 por 100 g de suelo seco; se identificaron 24 morfoespecies agrupadas en nueve géneros; siete se registraron en todos los sitios de estudio: *Acaulospora alpina*, *A. mellea*, *Claroideoglomus claroideum*, *Funneliformis geosporum*, *F. mosseae*, *Glomus microcarpum* y *Rhizophagus clarus*. Las raíces de *D. pseudofilix-mas* forman asociaciones simbióticas con HMA, el porcentaje de colonización es bajo respecto a los valores citados en otros helechos. Se observó que la disponibilidad de MO, fósforo inorgánico y el pH pueden estar regulando las comunidades en el suelo de la



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

rizósfera del helecho en los sitios de estudio. En el área de estudio se cita por primera vez a *A. alpina*, lo cual resalta la importancia de esta planta como reservorio de HMA.



Hongos micorrízicos arbusculares y Biochar en el crecimiento de tomatillo en invernadero

Lizbeth Vázquez Lezama¹, Luis López Pérez², Darío Flores Murillo³, Alfredo Reyes Tena²

¹Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Av. Francisco J. Mújica S/N, 58030, Morelia, Michoacán. ²Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Km 9.5 carretera Morelia-Zinapécuaro, 58880, Tarímbaro, Michoacán. ³Instituto Tecnológico del Valle de Morelia. Km 6.5 carretera Morelia-Salamanca, 58100, Tarímbaro, Michoacán. *email: alfredo.reyes@umich.mx luis.lopez.perez@umich.mx

La producción de tomatillo en México requiere de la búsqueda de alternativas de fertilización sostenibles. En este sentido, el biochar ayuda a la retención de agua y nutrientes minerales y los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) mejoran la adquisición de estos nutrientes, por lo que podrían ser estrategias viables para reducir el uso de fertilizantes sintéticos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación de biochar y la inoculación de HMA en el crecimiento del tomatillo. Se diseñó un experimento completamente al azar, donde se evaluaron, tres porcentajes de biochar en el sustrato (0%, 2.5% y 5% v/v) y tres HMA: dos consorcios nativos de suelos agrícolas de Michoacán (“El Huizachal” y “El Limón”), y un HMA comercial compuesto por *Rhizophagus intraradices* y *Glomus fasciculatum*. Se generaron nueve tratamientos con ocho repeticiones para un total de 72 unidades experimentales. Se registró la altura de planta, número de hojas y diámetro del tallo semanalmente. A los 60 días después del trasplante, se cosecharon las plantas y se registraron distintas variables agronómicas y microbiológicas. Los resultados mostraron que el biochar al 2.5% y 5% promovió el crecimiento de las plantas de tomatillo en las variables de diámetro del tallo, peso fresco aéreo y total. Por otro lado, el inóculo comercial de HMA, favoreció las variables antes mencionadas y, en combinación con el 5% de biochar, registró los valores más altos de área foliar y peso seco de la raíz y peso seco total. Por su parte, el tratamiento con biochar al 2.5% y el consorcio “El Limón”, promovió un aumento en el diámetro del tallo, peso fresco total, volumen y longitud radicular. Los resultados mostraron que el biochar afectó negativamente el establecimiento de la simbiosis micorrízica, al disminuir la colonización y el número de esporas de HMA en un 72 y 60% respectivamente. En conclusión, la promoción del crecimiento de plantas de tomatillo depende del tipo de especies del inóculo micorrízico y la concentración de biochar en el sustrato.

Palabras clave: *Physalis ixocarpa*, biocarbón vegetal, *Rhizophagus intraradices*, *Glomus fasciculatum*.



La doble vida de *Clavulina mahiscolorata*

Miguel Alejandro López-Trejo¹ y Rodolfo Salas Lizana¹

¹Laboratorio de Sistemática y Evolución de Hongos, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México 04510. *email: alejandro.lpz.trj17@ciencias.unam.mx

Clavulina es un género de hongos clavarioides con distribución cosmopolita. Es un género ectomicorrízico con propiedades saprobias. Sus especies poseen heterogeneidad morfológica en ecosistemas tropicales, pero presentan alto nivel de similitud en ecosistemas templados, lo que supone la existencia de posibles especies crípticas, y un desafío en la distinción de especies con técnicas tradicionales. *Clavulina mahiscolorata* es una especie recientemente descrita, distribuida en ecosistemas templados del centro de México, caracterizada por tener un esporoma simple o ramificado, y por el cambio de color en el himenio cuando está seco. Sus caracteres morfológicos tienen similitud con otras especies de *Clavulina* reportadas en zonas templadas, lo que hace difícil su identificación y distinción de especies. El presente trabajo tiene el objetivo de diferenciar especies crípticas de *Clavulina mahiscolorata*, basándose en un análisis integral de la información, solucionando dificultades causadas por la homogeneidad morfológica de las especies dentro del género *Clavulina*. Se espera confirmar el carácter críptico de *Clavulina mahiscolorata* de especímenes del centro de México, al identificar si se trata de más de una especie, infiriendo así una reciente divergencia evolutiva. Se realizó la colecta de esporomas del género *Clavulina* en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Edo. Mex. y en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala. Se caracterizaron los esporomas frescos, y se deshidrataron para su almacenamiento. Se extrajo el ADN con el protocolo Extract-N-Amp, y se amplificaron los loci ITS1-5.8S-ITS2 y LSU 28S por PCR. Se secuenciaron los productos de PCR, se alinearon las secuencias y se realizó un blast en la base de datos NCBI. Se analizaron por inferencia bayesiana y máxima verosimilitud en CIPRES. La caracterización morfológica mostró gran similitud entre los esporomas colectados en ambas zonas, y el blast indica que estos corresponden a *Clavulina mahiscolorata*; mientras que el análisis filogenético demuestra que ambos grupos pertenecen a dos clados separados. Esta inconsistencia en ambos conjuntos de datos sugiere que *Clavulina mahiscolorata* atravesó por eventos de divergencia evolutiva recientemente, dado por posibles factores como su distribución geográfica y las condiciones ambientales a las que está expuesta la especie, por lo que se sugiere que se trata de dos diferentes especies, con características morfológicas similares, pero distribución geográfica desigual. El presente trabajo sugiere la divergencia evolutiva de *Clavulina mahiscolorata* en dos diferentes especies, aunque abre la posibilidad a indagar en los posibles procesos involucrados, al igual que profundizar en la historia evolutiva y divergencia del género *Clavulina*.



**Hongos micorrízicos asociados a dos especies vegetales de ambientes
contaminados en el ejido Juan Sarabia**

Laura Anahí Macario González^{1*}, Abigail Rodríguez Quiroa¹, Glandi Virginia Pech
Castro¹, Luis Alberto Lara Pérez¹, Armando Escobedo Cabrera¹.

¹Tecnológico Nacional de México / IT de la Zona Maya, Carretera Chetumal-Escárcega
km 21.5, Ejido Juan Sarabia, Quintana Roo 77965, Mexico

*email: laura.mg@zonamaya.tecnm.mx

Introducción: En el sureste de México, los tiraderos de residuos sólidos a cielo abierto representan un problema social, ambiental y económico. Por lo cual, es fundamental la recuperación de ambientes perturbados a través de la colonización de especies vegetales tolerantes. Sin embargo, el éxito de las especies está en función del grado de contaminación y de asociaciones ecológicas como micorrizas. Objetivos. En este trabajo, I) se identifican especies vegetales establecidas de forma natural en dos tiraderos a cielo abierto; II) se determinan concentraciones de metales pesados en suelo y III) se caracterizan los hongos micorrízicos asociados a especies frecuentes y se evalúa el porcentaje de colonización y abundancia de glomerosporas. Hipótesis: Debido a las condiciones de estrés a la que están sometidas las especies vegetales que crecen en basureros, se encontrará la presencia y alta colonización de hongos micorrízicos en sus raíces. Métodos: Se seleccionaron los sitios basurero del Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM), basurero de Juan Sarabia, y el Jardín Botánico del ITZM (como sitio control). Resultados: Se identificaron un total de 43 y 28 especies vegetales en los basureros ITZM y Juan Sarabia, respectivamente, incluyendo plantas herbáceas y leñosas. Las especies *Piscidia piscipula* y *Acacia cornigera* (L.) fueron las mejor representadas en ambos sitios. En relación con la presencia de metales pesados, el basurero del ITZM demostró mayores concentraciones de Zn, Cu y Pb en comparación con Juan Sarabia y el sitio control. Se observó colonización mixta por hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y hongos septados oscuros (HSO). Los porcentajes de colonización de los hongos HMA de las especies de los basureros, fueron mayores (<80%) comparadas con el sitio control (>50%). Discusión: Esto podría indicar que, en ambientes contaminados, las asociaciones micorrízicas favorecen al crecimiento de especies vegetales, aunque el proceso específico aún se desconoce. La disponibilidad de esporas en suelo mostró un patrón inverso en relación con la colonización en plantas. Las glomerosporas estuvieron en mayor porcentaje en el sitio control, en comparación con los basureros. Esto podría indicar que no existen condiciones en sitios con baja contaminación para la asociación con la planta. Conclusión: El uso de plantas capaces de crecer de manera natural en ambientes con diferentes grados de contaminación y su asociación con microorganismos rizosféricos puede ser una técnica de saneamiento factible en ambientes con diferentes grados de contaminación.



Efecto de promotores de crecimiento en plántulas de *Pinus pseudostrobus* inoculados con *Russula emética*

Jesús Rafael Roque García¹, Franco Adrián Maceo Figueredo¹, Yajaira Baeza Guzmán¹, Jesús Dorantes López¹, Dulce María Murrieta Hernández¹, Alejandro Quirino Villarreal².

¹Facultad de Ciencias Agrícolas – Xalapa, Universidad Veracruzana. Circuito Aguirre, Beltrán s/n, C.P. 91000. Zona Universitaria, Xalapa Veracruz, México.

²Colegio de Bachilleres del Estado de Veracruz, Plantel 31. Av. Benito Juárez S/N, Col. Centro, Sayula de alemán, Veracruz, México. *email: ale-quirino@hotmail.com

En México, la producción forestal ha incrementado en un 80% en los últimos años, el índice de supervivencia de las plantaciones forestales es por debajo del 60%. *Pinus pseudostrobus* es una especie forestal de gran relevancia económica y una de las principales utilizadas en jornadas de reforestación debido a su importancia ecológica y productiva. Los hongos ectomicorrícicos, como el género *Russula*, desempeñan un papel crucial en los ecosistemas forestales, mejorando la disponibilidad de nutrientes en el suelo y promoviendo el crecimiento vegetal. Por otro lado, los extractos vegetales, obtenidos de plantas como sábila, lenteja y canela, se destacan como fuentes de nutrientes y compuestos bioactivos que pueden actuar como promotores de crecimiento. En busca de la mejora de la calidad de las plantas de *Pinus pseudostrobus* bajo condiciones de invernadero se evaluó el efecto conjunto de la aplicación de extractos vegetales acuosos (EVA's) y la inoculación con *Russula emetica*. Para ello las plantas de *P. pseudostrobus* tuvieron un mes de adaptación dentro del invernadero antes de realizar la primera aplicación de los extractos vegetales (sábila, lenteja, canela y fertilizante sintético) aplicando 20 ml de extracto por planta. La aplicación del inoculo de *Russula emetica* se realizó una semana después de haber aplicado los extractos vegetales. Las variables analizadas fueron el peso de la plántula, diámetro del tallo, altura de la plántula y porcentaje de colonización micorrízica. Se hizo un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa de InfoStat. Se encontraron diferencias significativas en el peso de *P. pseudostrobus* por el efecto de extracto vegetal ($p < 0.0001$) aumentando 61.4% en el tratamiento químico en comparación con el testigo. El diámetro aumento un 19.3% en el tratamiento químico. Se observó que la altura incrementó un 20% en las plántulas con el tratamiento químico en comparación con el resto de los tratamientos, sin efecto significativo de la inoculación con *Russula emetica*. El porcentaje de colonización radicular en *P. pseudostrobus* por el efecto (extracto/ concentración) fue significativo ($p = 0.0263$) aumentando la colonización radicular un 43.09% en el tratamiento de sábila (100%) en comparación con el testigo donde no se aplicaron extractos. La aplicación de inoculo y extractos vegetales a las plántulas de *P. pseudostrobus* obtuvieron mejores resultados con respecto al testigo y los que solo se les aplicó extracto. Sin embargo, el porcentaje de colonización micorrízica fue superior al utilizar el extracto de sábila combinado con *Russula emetica*.



Hongos micorrízicos arbusculares asociados a *Persea americana* var. *drymifolia* en el municipio de Tepeyanco, Tlaxcala

Paúl Alán Báez-Astorga¹, Karina Rojas-Pérez², Cuauhtémoc Morales-Cruz², Héctor Santos Luna-Zendejas², Libertad Juárez-Santacruz², Ignacio Eduardo Maldonado-Mendoza³

¹Sehciti- Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Guasave, México;

²Maestría en Ciencias en Sistemas del Ambiente, Centro de Investigación en Genética y Ambiente, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Km 10.5 Autopista Tlaxcala-San Martín, Ixtacuixtla 90120, Tlaxcala, Mexico; ³Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Unidad Sinaloa, Departamento de Biotecnología Agrícola, Guasave, Sinaloa, México; *email: ignacioemaldonado@yahoo.com.mx

El aguacate (*Persea americana*) es un producto de alto valor económico y México es el principal productor y exportador a nivel mundial, cubriendo el 43% de su producción. El aguacate se encuentra entre las plantas que establecen asociaciones simbióticas con los hongos micorrízicos arbusculares (HMAs). Los beneficios que las plantas reciben a través de esta asociación incluyen una mayor facilidad de absorber nutrientes como el nitrógeno y fósforo. Michoacán es el principal estado productor de México, y debido a ello en este estado se han realizado diversos estudios para identificar a los HMAs que se encuentran colonizando las raíces del aguacate var. Hass así como los presentes en el suelo. Además del Hass existe la variedad criolla (var. *drymifolia*) cuyo fruto no tiene un valor económico significativo. Sin embargo, en Tlaxcala a nivel local se ha utilizado como portainjerto debido a su adaptabilidad edafoclimática y su resistencia a *Phytophthora cinnamomi*. El objetivo de este trabajo fue determinar la diversidad de HMAs asociado al aguacate criollo del municipio de Tepeyanco, Tlaxcala y explorar si existe una correlación con las condiciones edáficas. Para ello se recolectaron muestras de raíces de árboles de aguacate y su suelo aledaño en siete puntos diferentes del municipio durante dos épocas: secas y lluvias. Se calculó el porcentaje de colonización y se analizó la diversidad de HMA en suelo y raíz a partir de secuenciación masiva. Adicionalmente se realizaron análisis fisicoquímicos a las muestras de suelo. Los resultados mostraron que todos los árboles de aguacate presentaron colonización micorrízica la cual varió entre 60 y 91.7%. Los análisis fisicoquímicos mostraron las sales totales y pH como variables con diferencias significativas. Sin embargo, no se encontró correlación entre el porcentaje de colonización y las características edáficas. Se identificaron un total de 38 especies definidas como taxa virtuales (TV), de las cuales 24 se encontraron únicamente en el suelo y 14 en suelo y raíz, considerando ambas épocas. Siete TV se encontraron en común en suelo y raíz en época de secas y lluvia: *Dominikia bernensis*, *D. disticha*, *D. duoreactiva*, *Funneliformis coronatum*, *Glomus compressum*, *G. indicum* y *Rhizophagus diaphanus*. Las especies dominantes fueron *D. duoreactiva* con un 82.14% y *G. compressum* con un 78.57% en abundancia relativa. Estos resultados aportan nuevos registros de HMA en asociación con *P. americana* y proveen información novedosa de una zona donde el aguacate criollo crece de forma nativa.



Efecto de biofertilizantes y fertilización combinada en el crecimiento de maíz criollo bajo condiciones controladas.

Yesica Berenice Martínez Becerril¹, Axel Iván López Ramírez, Luz Amelia Sánchez Landero¹, Wendy Sangabriel Conde¹, Dora Trejo Aguilar¹, Yahaira Baeza Guzmán¹.

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090, Xalapa, Veracruz, México. *email: zS21010524@estudiantes.uv.mx

El maíz criollo es un cultivo de alta relevancia cultural, alimentaria y ambiental en México. No obstante, su rendimiento puede verse limitado por la baja fertilidad del suelo y el uso excesivo de fertilizantes sintéticos. Por ello, resulta fundamental explorar alternativas sustentables que mejoren su productividad sin comprometer el equilibrio ecológico. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de seis tratamientos de fertilización, que combinan insumos químicos, biofertilizantes y enmiendas orgánicas, sobre el crecimiento del maíz criollo. Se midieron semanalmente la altura de las plantas y el diámetro del tallo como variables de respuesta. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con seis tratamientos y diez repeticiones por tratamiento, sumando un total de 60 macetas. Los tratamientos fueron: 1) Micorrizas + Fertilizante químico 10-55-10; 2) Agribat el cual está elaborado a base de guano de murciélago; 3) Micorrizas + Agribat; 4) Fertilizante químico 10-55-10; 5) Biol elaborado a base de fermento de leche, piloncillo y raíces de canavalia; y 6) Fertilizante químico + Agribat. Las plantas se cultivaron en macetas de 2 kg con un sustrato compuesto por 60% tierra de finca, 20% tepezil y 20% hojarasca. Se sembraron tres semillas por maceta a una profundidad de 3 cm. Los tratamientos se aplicaron semanalmente a partir de la germinación. Se controló el riego y se aplicó jabón potásico como medida preventiva contra plagas. Los datos fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, encontrándose diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento Micorrizas + Agribat promovió el mayor crecimiento en altura y grosor del tallo, seguido del tratamiento con Fertilizante químico, y en tercer lugar el de micorrizas + Fertilizante y, Agribat solo. Los tratamientos de Biol y Fertilizante + Agribat presentaron menores valores de crecimiento. Los resultados sugieren que la simbiosis micorrízica mejora la absorción de nutrientes, y que su combinación con enmiendas orgánicas como Agribat potencia el desarrollo vegetal. Este estudio aporta evidencia sobre la viabilidad de integrar prácticas agroecológicas con tecnologías convencionales para mejorar el rendimiento del maíz criollo de forma sustentable, contribuyendo a una agricultura más resiliente y ecológica.

Palabras claves: Micorrizas, Agroecología, Crecimiento vegetal, Fertilización sustentable.



Abundancia, riqueza y diversidad de hongos micorrizógenos arbusculares en un fragmento de bosque templado y cultivos agrícolas de Tlalpujahua, Michoacán, México en dos temporadas

María Fernanda Martínez Bucio¹, Noé Manuel Montaña², Susana Adriana Montaña-Arias², Eduardo Chimal-Sánchez^{2, 3}, Angélica Martínez Bernal², Jenny Flores Medina⁴,

¹Maestría en Biología, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa. Av. Ferrocarril de San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ª Sección, Iztapalapa, 09310, Ciudad de México, México. ²Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa. Av. Ferrocarril de San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ª Sección, Iztapalapa, 09310, Ciudad de México, México. ³Carrera de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Batalla 5 de mayo s/n, Ejército de Oriente, Iztapalapa, 09230, Ciudad de México, México. ⁴Coordinación General de Conservación y Restauración, Comisión Nacional Forestal. Periférico Poniente, 5360, San Juan de Ocotán, Zapopan, 45019, Jalisco, México.

*email: mariafernandabucio@gmail.com

El cambio de uso de suelo por actividades agrícolas modifica la estructura vegetal, así como las propiedades físicas y químicas del suelo, ocasionando una alteración en las comunidades bióticas. Este trabajo evaluó el efecto de la transformación de los bosques templados a cultivos de maíz sobre las comunidades de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) en Cerro Alto, Tlalpujahua, Michoacán, México. Cinco transectos de 250m de longitud se establecieron desde cultivos de maíz hasta el interior del bosque, en los cuales se recolectó suelo (15 cm profundidad) a 0, 10, 20, 40, 80, 160 y 250m de distancia en dos temporadas (secas y lluvias). Las esporas de HMA se extrajeron por flotación y tamizado húmedo, se contabilizaron y determinaron morfológicamente para estimar su abundancia, riqueza y diversidad. En temporada de secas se registró mayor abundancia de esporas (459/50g de suelo) de HMA que en la temporada de lluvias (130/50g de suelo). La distancia a 0 m (cultivo) presentó los valores más altos de abundancia para ambas temporadas. La riqueza de especies difirió (MRANOVA, $p < 0.05$) en la distancia a 0m respecto al resto de las distancias muestreadas, pero no entre temporadas. El cultivo registró mayor riqueza de HMA con 9 morfoespecies. En total se registraron 69 morfoespecies de HMA, pertenecientes a ocho familias y 23 géneros. Los géneros más representativos para ambas temporadas fueron *Acaulospora* (20%), *Diversispora* (13%), *Funneliformis* (10%) y *Entrophospora* (10%). El análisis de similitud (Bray-Curtis) indicó diferencias en la composición de morfoespecies de HMA y presentó tres grupos: 1) El primero correspondió a las distancias 0m, 10m, 80m y 160m de la temporada de secas (39% de similitud); 2) el segundo a 0m, 10m, 80m, 160m de lluvias conjuntamente con las distancias 40 y 250m de secas (21% de similitud) y 3) el tercero con las distancias 40 y 250m de lluvias (40% de similitud). Los resultados indicaron que el cambio de uso de suelo del bosque templado a cultivos de maíz en Tlalpujahua, Michoacán afecta la abundancia, riqueza y composición de las comunidades de HMA, especialmente en las distancias 0m (cultivo) en comparación con el interior del bosque (250m).



X SIMPOSIO NACIONAL Y VII REUNIÓN IBEROAMERICANA
DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA. OAXACA, 16 AL 19 DE JUNIO 2025

Palabras clave: Micorriza arbuscular, Glomeromycota, efecto de borde.



Experiencia utilizando un protocolo de identificación molecular de morfoespecies de HMA de México

Ydalid Melo-Escobedo¹, Alberto Jiménez-Leyva², María de los Ángeles Morales Ambario¹, Carolina Senés-Guerrero³, Eduardo Chimal-Sánchez^{1, 4}, Noé Manuel Montañón Arias¹

¹Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Ciudad de México, México. ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Unidad Hermosillo, Sonora, México.

³Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Laboratorio de Sostenibilidad

Cambio Climático, Guadalajara, Jalisco, México. ⁴Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. *email: ydalidm00@gmail.com

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), que forman asociaciones simbióticas con aproximadamente el 72% de las plantas vasculares, han sido tradicionalmente determinados mediante la morfología de sus esporas. Sin embargo, las técnicas de biología molecular han permitido complementar las descripciones morfológicas con una mayor resolución taxonómica y filogenética. En México se han registrado 160 especies de HMA, pero menos del 10% han sido validadas molecularmente, lo que limita la precisión del inventario nacional y la posibilidad de encontrar nuevos registros o nuevas especies. El objetivo de este trabajo fue identificar morfoespecies de HMA provenientes de distintos ecosistemas de México que potencialmente son nuevas especies, utilizando herramientas moleculares. Las esporas fueron extraídas del suelo o de macetas de propagación, desinfectadas superficialmente y procesadas para la extracción de ADN. Se aplicó el protocolo Kruger et al. (2009), que incluye: (1) PCR de anidamiento con los iniciadores SSUmAf-LSUmAr y SSUmCf-LSUmBr en la primera y segunda PCR, respectivamente, para la amplificación de un fragmento de ~1500 pb que abarcó parte de la subunidad pequeña (SSU), la región completa de ITS y una parte de la subunidad mayor (LSU); (2) clonación con el sistema Zero Blunt TOPO, que incluye ligación, transformación en *E. coli* TOP10 y cribado mediante PCR de colonia; y (3) miniprep de las colonias positivas de cada morfotipo para su posterior secuenciación. Aunque durante el periodo de muestreo (3 meses) no se obtuvieron secuencias exitosas de los fragmentos objetivo que permitieran identificar a las morfoespecies, los resultados destacan la necesidad de optimizar protocolos moleculares aplicados a HMA en México y revelan los retos a resolver principalmente relacionados con la clonación, los cuales son ampliamente discutidos en el presente trabajo. Fortalecer esta línea de trabajo permitirá validar y ampliar el conocimiento taxonómico de este grupo de hongos simbiotes, lo cual es crítico por su alto potencial ecológico y biotecnológico y porque su identificación molecular es imperativa en la documentación de nuevas especies.



Comunidades de hongos micorrizógenos arbusculares asociadas a dos especies de *Neltuma* (Leguminosae) en México

Noé Manuel Montaña¹, María de los Ángeles Morales Ambario¹, Eduardo Chimal Sánchez², Cecilia Gabriela Chávez-Hernández³, Ydalid Melo Escobedo¹

¹Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ra Secc, Iztapalapa, 09340, Ciudad de México, México. ²Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Batalla 5 de mayo s/n esquina Fuerte de Loreto, Colonia Ejército de Oriente, Iztapalapa, 09230, Ciudad de México, México. ³Programa en Edafología, Área de Génesis, Morfología y Clasificación de Suelos, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo Km 36.5 Carretera México-Texcoco Montecillo, 56230, Edo. de México.

*email: nmma@xanum.uam.mx

Neltuma (= *Prosopis*) favorece la presencia de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y forma con estos la micorriza arbuscular, lo cual promueve su desarrollo, nutrición y establecimiento en distintos ecosistemas; no obstante, esto solo se conoce en tres de nueve taxa de *Neltuma* en México. Este estudio evaluó las comunidades de HMA asociadas a *Neltuma velutina* y *N. juliflora* en dos ecosistemas contrastantes, matorral xerófilo (MX-Sonora) y selva baja caducifolia (SBC-Guerrero), respectivamente. Se recolectó suelo bajo la copa de 9 individuos adultos por especie, seleccionados aleatoriamente y separados, al menos 0.5 km, para representar ambas poblaciones. Las esporas de los HMA fueron extraídas por tamizado húmedo y centrifugación con sacarosa, montadas en alcohol polivinílico en lactoglicerol con y sin reactivo Melzer para su determinación taxonómica. La abundancia, riqueza y diversidad se evaluaron por conteo directo e índices de Margalef, números efectivos de Hill's y equidad de Pielou. La biomasa de HMA se estimó a través de los ácidos grasos de fosfolípidos (16:1w5c). Estas variables se compararon entre especies de *Neltuma* con una t-student. La diversidad beta se evaluó por NMDS y ANOSIM. Además, se realizó un análisis de correspondencia canónica (ACC) para relacionar las especies de HMA con la temperatura y precipitación de los sitios y las propiedades del suelo asociadas a *N. velutina* y *N. juliflora*. Un total de 40 morfoespecies de HMA fueron registradas, con *Acaulospora*, *Ambispora*, *Entrophospora*, *Funneliformis* y *Glomus* como los géneros más representativos. La riqueza, diversidad alfa y equidad de morfoespecies, así como la biomasa de HMA, no difirieron entre *N. velutina* y *N. juliflora*, pero la abundancia de esporas fue tres veces mayor en *N. velutina*. La diversidad beta indicó 19 y 14 especies de HMA exclusivas a *N. velutina* y *N. juliflora* respectivamente, con sólo 7 especies compartidas (17.5%). El ACC explicó el 35.5 % de la varianza para sus dos primeros ejes, revelando dos grupos que corresponden a *N. juliflora* y *N. velutina* en sus sitios de muestreo, excepto los individuos 1 y 6 de *N. juliflora*. El primero está explicado por una mayor precipitación y temperatura, así como humedad, P y N disponibles en el suelo; mientras que el segundo tiene más K⁺ intercambiable, conductividad eléctrica, pH y P total, lo que sugiere que la identidad de la especie vegetal en conjunto con los rasgos edáficos y las condiciones climáticas aparentemente regulan la composición de los HMA en sus ambientes.



Riqueza de especies de hongos micorrizógenos arbusculares en macetas de propagación a partir de suelos de plantas medicinales de bosques templados de Taxco de Alarcón, Guerrero.

Nolasco Rosales Diana Montserrat, Delgadillo Landeros Maricela, Chimal Sánchez Eduardo, García Sánchez Rosalva.

Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores-Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. 5 de mayo s/n. Col. Ejército de Oriente, Iztapalapa, 09230.

*email: dimo.cartoon@gmail.com

Los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) cumplen un papel funcional importante en ecosistemas forestales, establecen simbiosis con el 80% de las plantas apoyándolas en situaciones de estrés, como en la captación de nutrimentos de escasa movilidad en el suelo o las vuelven más resilientes ante patógenos. En los últimos años se ha incrementado el uso de los HMA como alternativa al uso de fertilizantes químicos, esta propuesta incentiva a la investigación sobre los HMA nativos en distintos ecosistemas como los bosques templados. En el estado de Guerrero los estudios sobre la riqueza HMA son escasos. El objetivo de este trabajo fue determinar la riqueza de HMA en macetas de propagación a partir de suelos de plantas medicinales de Taxco de Alarcón, Guerrero con el fin de elaborar un catálogo. En condiciones de invernadero, se sembraron plantas trampa (*Zea mays*, *Sorghum vulgare*, *Phaseolus vulgaris*, *Matricaria chamomilla*, *Capsicum annuum*) en macetas que contienen suelo rizosférico de 22 plantas medicinales provenientes de dos bosques templados (Agua Escondida y El Huixteco) en Taxco de Alarcón, Guerrero. Este cultivo se dejó durante 6 meses. Para evaluar la riqueza de HMA se extrajeron las esporas y se elaboraron preparaciones permanentes con PVLG y PVLG+Melzer para su observación y determinación taxonómica. Se registró una riqueza total de 46 morfoespecies de HMA posicionadas en 13 géneros y 6 familias, constituyendo *Acaulospora* (Acaulosporaceae) el género con mayor riqueza específica. El suelo que presentó mayor riqueza fue el de *Senecio salignus* y *Salvia mexicana* con 10 y 9 especies respectivamente. En contraste, la riqueza en *Selaginella lepidophylla* (familia Selaginellaceae) fue muy baja con una especie, además, no se observó propagación efectiva de HMA en su sustrato. *Glomus macrocarpum* manifestó un carácter generalista al estar presente en el suelo de 10 plantas medicinales, mientras que *Glomus ambisporum* fue registrada únicamente en *Loeselia mexicana*. La planta que presentó una mayor densidad de esporas fue *Alchemilla procumbens* (708 esporas por 100 gs⁻¹), misma en la que se mostró una propagación exitosa de la especie *Acaulospora mellea*. Se elaboró un catálogo de especies de hongos micorrizógenos arbusculares identificadas en los sustratos de las plantas analizados donde se incluyó una descripción morfológica, sus posibles funciones en la planta hospedera y su distribución registrada en México, con base a literatura especializada.



**Hongos micorrízicos arbusculares (Glomeromycota) en hojarasca en
descomposición: un nicho desatendido en México**

Martin Hassan Polo-Marcial¹, Juliana Luiza Rocha de Lima², Fernando Casanova-Lugo¹, Dawa Méndez-Álvarez³, María Rodríguez-Solís³, Bruno Tomio Goto², Luis Alberto Lara-Pérez^{1*}

¹ Tecnológico Nacional de México *campus* Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Carretera Chetumal-Escárcega km 21.5 Ejido Juan Sarabia, C.P. 77965 Quintana Roo, México.

² Departamento de Botânica e Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário, 59064-741, Natal, RN, Brazil

³ Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. P.O. Box: 159-7050 Cartago, Costa Rica. *email: ingluislara@gmail.com

Introducción: Es sabido que los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) colonizan la hojarasca en descomposición y producen numerosas glomerosporas. La presencia de estos hongos esta influenciada por la relación carbono-nitrógeno (C:N), del tipo de vegetación y del desarrollo de los distintos grupos taxonómicos pertenecientes a Glomeromycota. Su presencia puede afectar indirecta o directamente en los procesos de descomposición de la hojarasca. La información sobre este tema es limitada, lo que dificulta comprender la función de estos hongos en la hojarasca. Además, en México no existen estudio que reporten las comunidades de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y su colonización en la hojarasca en descomposición. Objetivos e hipótesis: derivado de las estrategias de dispersión de los HMA, la hojarasca en descomposición de selva mediana subperennifolia es un nicho que potencialmente alberga una considerable riqueza de HMA. Nuestros objetivos fueron I) aislar la riqueza de HMA formando glomerosporas y II) detectar la presencia de colonización micorrízica en fragmentos de hojarasca en descomposición. Métodos: Dentro de un área conservada de selva media subperennifolia en Quintana Roo, México, recolectamos hojarasca en descomposición de los primeros 5 cm de profundidad durante la temporada de lluvias en 2023. A partir de 1 g de hojarasca seca y mediante el método tradicional de tamizaje y centrifugación, aislamos fragmentos de hojarasca con presencia de glomerosporas y adicionalmente, clareamos y teñimos restos aleatorios de estos detritos. Resultados: Aislamos 104 fragmentos de hojarasca en descomposición con presencia de glomerosporas de tipo globoide y diversisporoide pertenecientes a nueve especies de tres familias en Glomerales y Diversisporales, ocho de las cuales son de hábito esporocárpico. Observamos estructuras típicas de HMA colonizando entre el parénquima y rodeando las nervaduras. Discusión y conclusión: Este es el primer trabajo en México que documenta la colonización y explora la riqueza morfológica de HMA en hojarasca en descomposición, demostrando un nicho de importancia ecológica para los HMA. Es muy importante incluir el análisis de hojarasca en los estudios de diversidad de Glomeromycota y con ello disminuir el sesgo en la diversidad, especialmente en ecosistemas con alta acumulación de hojarasca como los bosques tropicales.



Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares asociados a islas de recursos de *Neltuma laevisgata* en el Valle del Mezquital, Hidalgo

Chelsea Andrea Ponce Cruz; Rosalva García Sánchez; Eduardo Chimal Sánchez;
Arcadio Monroy Ata

Facultad de Estudios Superiores, Zaragoza, UNAM, Campus II, Batalla del 5 de mayo,
esquina Fuerte de Loreto, Col. Ejército de Oriente, C.P. 09230, Iztapalapa, Ciudad de
México. *email: seapedrel@gmail.com

Las asociaciones entre hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y raíces de plantas son fundamentales para la adaptación vegetal en ecosistemas semiáridos, donde las condiciones edáficas limitan el desarrollo biológico. En estos entornos, *Neltuma laevisgata* (antes *Prosopis laevisgata*), actúa como especie nodriza al formar islas de recursos (IR) que modifican positivamente las propiedades del suelo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la diversidad, riqueza y composición de comunidades de HMA en la rizósfera de *N. laevisgata* en dos localidades del Valle del Mezquital, Hidalgo: Santiago de Anaya y González Ortega. Se recolectaron muestras de suelo rizosférico de cinco individuos adultos por sitio. Las esporas de HMA se extrajeron mediante tamizado húmedo, decantación y centrifugación en solución de sacarosa, y se identificaron morfoespecies por caracterización morfológica. Se evaluaron además propiedades fisicoquímicas del suelo. Se identificaron 13 morfoespecies de HMA en total. Ambos sitios compartieron especies como *Claroideoglossum etunicatum*, *Funneliformis mosseae*, *Entrophospora infrequens*, *Septoglossum mexicanum* y *Diversispora* sp.. En González Ortega se registró por primera vez en México la especie *Diversispora clara* asociada a *N. laevisgata*, junto con nuevas asociaciones de *Rhizophagus aggregatus*, *Glomus macrocarpum* y *Funneliformis halonatus*. Este sitio, a pesar de tener menor materia orgánica, mostró mayor diversidad y riqueza de esporas, sugiriendo que la escasez de recursos edáficos podría estar relacionada con una mayor dependencia simbiótica. Los resultados indican que las condiciones edáficas bajo el dosel del mezquite modulan significativamente la estructura de las comunidades de HMA. La alta diversidad encontrada en suelos con menor contenido de materia orgánica plantea un escenario donde las micorrizas cumplen un papel compensatorio clave para la nutrición vegetal. Las IR de *N. laevisgata* no solo funcionan como reservorios de diversidad microbiana, sino que también representan un modelo funcional de simbiosis adaptativa en ambientes semiáridos y una herramienta potencial en estrategias de restauración ecológica y manejo sostenible del suelo.



¿La exposición a la radiación solar, la identidad y distancia a la planta nodriza afectan la colonización micorrízica arbuscular y la presencia de la especie endémica *Mammillaria gaummeri* (Cactaceae)?

Juan Pablo Calderón, Víctor Parra-Tabla, José Alberto Ramos-Zapata
Departamento de Ecología Tropical. Universidad Autónoma de Yucatán. Km 15.5
Carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán, México. *email:
jaramos.zapata@gmail.com

Mammillaria gaummeri es un cactus endémico de la costa norte de Yucatán. Crece principalmente en zonas de matorral costero caracterizado por altas temperaturas y suelo arenoso. Evidencias previas han mostrado la importancia de la sombra aportada por plantas nodriza para su supervivencia. Sin embargo, se desconoce si *M. gaummeri* establece relaciones mutualistas con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA), que probablemente le permitan tolerar las condiciones de aridez. El objetivo de este trabajo fue evaluar el grado de colonización por HMA en *M. gaummeri* comparando si la colonización varía en condiciones de exposición al sol vs. el dosel de la planta nodriza, entre etapas de vida de *M. gaummeri*, y por la identidad de la planta nodriza y la distancia a la que se encontraban de ella. Se muestrearon a todos los individuos de *M. gaummeri* en un área de aproximadamente 500m² en un matorral costero en Telchac, Yucatán. Se registraron todos los individuos de *M. gaummeri* anotando su categoría de edad, la planta nodriza más cercana y la distancia a la que se encontraban de esta o si estaban totalmente expuestas al sol. De 50 individuos se tomaron muestras de sus raíces para registrar la presencia de HMA y el porcentaje de colonización. Se registraron tres categorías de edad: individuos juveniles (7), individuos adultos reproductivos sexualmente (65) e individuos con reproducción asexual (28). El porcentaje de colonización general fue de 18.3 ± 0.15 ; no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de colonización debidas a la exposición solar o a la etapa de crecimiento ($\chi^2 \leq 0.32$; $p \geq 0.8$). Tampoco se observaron diferencias debidas a la identidad entre las dos especies de nodriza a las que más frecuentemente se encontró asociada *M. gaummeri* (*Bravaisia berlanderiana* y *Rivinia humilis*), ni de la distancia o la interacción de ambos factores ($\chi^2 \leq 1.86$; $p \geq 0.3$). No obstante, observamos un efecto de interacción significativo para la probabilidad de encuentro por categoría de edad de *M. gaummeri*, entre la identidad de la especie nodriza y la distancia ($\chi^2 = 20.14$; $p = 0.03$). Nuestros resultados muestran que *M. gaummeri* tiene el mismo nivel de asociación con HMA durante todas las categorías de edad registradas independientemente de las condiciones de sol/sombra en la que se encuentren. Sin embargo, las diferencias para la probabilidad de encuentro por categoría sugieren diferencias en las condiciones que genera la identidad de las plantas nodrizas para *M. gaummeri*.



Desarrollo vegetativo de *Agave marmorata* roezl., con hongos micorrízicos arbusculares y fertilización fosfatada

Diana Laura Reyes López¹; Alejandro Alarcón¹ Ronald Ferrera Cerrato¹ Y Laura Verónica Hernández Cuevas²

¹Programa de Edafología, Colegio de Postgraduados km. 36.5, Montecillo 56230, Texcoco, Estado de México. México. ²Universidad Autónoma de Tlaxcala
*email: dianarelop16@gmail.com

Agave marmorata es una especie endémica de México utilizada en la producción artesanal de mezcal, con importancia ecológica en ecosistemas áridos. Sin embargo, existen pocos estudios dirigidos a mejorar su desarrollo vegetativo. Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) han demostrado efectos positivos en diversas plantas al favorecer la absorción de nutrientes, en particular fósforo (P), elemento esencial para el metabolismo y crecimiento vegetal. Esta investigación evaluó el desarrollo vegetativo de vitroplantas de *A. marmorata* bajo condiciones de invernadero, mediante la inoculación con consorcios de HMA y la aplicación de distintas dosis de P en la solución nutritiva de Long Ashton. Se utilizó un diseño experimental factorial 3x4, con tres niveles de inoculación de consorcios de HMA (HMA-1 y HMA-2 y control sin HMA) y cuatro niveles de fósforo (0, 11, 22 y 44 $\mu\text{g P mL}^{-1}$). El consorcio HMA-1 incluyó *Acaulospora delicata*, *Diversispora spurca* y *Rhizophagus fasciculatus*, mientras que HMA-2 combinó *R. fasciculatus* y *R. intraradices*. Las variables evaluadas fueron: la colonización micorrízica, área foliar, longitud foliar, número de hojas, peso fresco y seco, eficiencia del fotosistema II, y concentración foliar de N, P, K, Mg, y Ca. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.5$). A las variables que no cumplieron con los supuestos de normalidad, se les aplicaron pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis) con ajustes posteriores. Los resultados mostraron que tanto la inoculación con HMA como la aplicación de fósforo tuvieron efectos significativos sobre la mayoría de las variables. Las dosis de 22 y 44 $\mu\text{g P mL}^{-1}$ produjo el mejor desempeño general. Además, las plantas tratadas con HMA mostraron mayor eficiencia en el fotosistema II y una concentración foliar más alta en los cinco nutrientes evaluado, lo que sugiere una mayor capacidad de asimilación nutrimental. Estos resultados, indican que la colonización con HMA, en combinación con una fertilización fosfatada adecuada, promueve significativamente el desarrollo de *A. marmorata* en condiciones controladas, representando una estrategia viable en la producción de esta especie vegetal.



Propagación de hongos micorrízico arbusculares nativos en diferentes plantas hospederas en Chiapas, México

Kristell K. Robles-González^{1*}, José D. Álvarez-Solís¹, Vincenzo Bertolini² y Yolanda C. Pérez-Luna³

¹El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), C. P. 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. ²El Colegio de la Frontera Sur, C.P. 30700, Tapachula, Chiapas, México. ³Universidad Politécnica de Chiapas, C.P. 29150, Suchiapa, Chiapas, México.

*email: robles.kristell@gmail.com

Los hongos micorrízico arbusculares (HMA) son simbioses obligados que requieren la presencia de una planta hospedera para completar su ciclo de vida. Las plantas hospederas que han mostrado cualidades favorables de esporulación y colonización micorrízica han sido utilizadas como cultivos trampa en estudios de biodiversidad y para la propagación de HMA nativos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la planta hospedera y la composición del sustrato sobre la propagación de un consorcio de HMA nativos. En condiciones de invernadero en las instalaciones de ECOSUR en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México, se realizó la propagación de HMA en plantas trampa de café, frijol, maíz y pasto Insurgente. Para cada especie de planta trampa dos tipos de sustrato esterilizados, con y sin abono orgánico, fueron inoculados con 200 g de suelo que contenía 556 esporas de un consorcio micorrízico nativo procedente de un cafetal. Las especies del consorcio correspondían a los géneros *Acaulospora*, *Claroideoglossum*, *Diversispora*, *Funneliformis*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Rhizophagus* y *Scutellospora*. Se realizó la abundancia de esporas, diversidad de HMA, colonización micorrízica y análisis físicoquímico del sustrato. En la propagación del consorcio de HMA se encontró mayor esporulación en maíz en sustrato con abono (134 ± 2.9 esporas/50 g de suelo) en relación con las otras plantas, mientras que la diversidad de HMA fue más alta en frijol con abono (nueve especies, con índice de Shannon-Wiener de 2.03). Con respecto a la colonización micorrízica, se encontraron diferencias altamente significativas, con los valores más altos en maíz en sustrato con abono y los menores en café en sustrato sin abono. Estos resultados muestran el potencial de maíz en sustrato con abono orgánico para la propagación de HMA nativos provenientes de cafetos. Las especies *G. multicaule* y *F. monosporus* que se encontraron en la planta trampa de maíz, constituyen nuevos registros para el estado de Chiapas. La propagación de HMA se vio favorecida con maíz como cultivo trampa, mientras que el frijol como cultivo trampa presentó mayor diversidad de HMA, ambos en sustrato con abono orgánico.



Efecto de la inoculación micorrízica arbuscular como alternativa ecológica ante la fertilización química

Sofía Joseline Sánchez Neri¹, Claudia Barbosa-Martínez¹,
Jesús Daniel Grande Cano², Noé Manuel Montaña Arias¹

¹Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Ciudad de México. ²Departamento de Biología de la Reproducción, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Ciudad de México.

*email: sjoselinesanchez434@gmail.com

Los fertilizantes químicos promueven el crecimiento de cultivos incorporando al suelo nutrientes que no están disponibles de manera natural; sin embargo, el uso excesivo e inadecuado provoca degradación y contaminación en los suelos. Una alternativa a esta situación es implementar inoculantes basados en hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Estos hongos colonizan las células corticales de las raíces de las plantas formando hifas cenocíticas, vesículas y arbuscúlos. Este trabajo evaluó el efecto de un inóculo multiespecífico (Rhizofermic) y dos dosis de fertilización química nitrogenada y fosfatada en dos especies: *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf (Poaceae) y *Clitoria ternatea* L. (Leguminosae). Estas especies se sometieron a cuatro tratamientos: T1-control, T2-fertilización química al 50%, T3-fertilización química al 100% y T4-Rhizofermic- inóculo de HMA, con seis réplicas, en condiciones de invernadero. Se evaluó la longitud y grosor de tallos y raíces, área foliar, número de hojas, contenido de clorofila y conductancia estomática, a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, y al finalizar el experimento, se determinó la biomasa seca y colonización micorrízica. El efecto de los tratamientos en el tiempo se detectó con un ANOVA de dos vías y pruebas de Tukey. Ambas especies respondieron favorablemente a la inoculación de HMA después de los 90 días de la siembra. La colonización micorrízica fue del 89% en raíces de *C. ternatea* y 95% en *B. brizantha*, registrándose en ambas especies estructuras fúngicas vesiculares y arbusculares indicando una exitosa simbiosis que favoreció su crecimiento y desarrollo. Las variables beneficiadas fueron el número de hojas, área foliar, longitud de tallos y raíces, contenido de clorofila, conductancia estomática y biomasa con excepción al crecimiento de tallo en *B. brizantha* que tuvo un efecto de aglutinamiento (engrosamiento). Por otra parte, la fertilización química al 50% tuvo efectos similares o superiores a la biofertilización y el tratamiento de fertilización al 100% mostró valores por debajo del control en todas las variables de crecimiento en ambas especies. La inoculación con HMA tuvo buena efectividad, comparada con la fertilización química, en especial en la dosis al 100%. Esto sugiere que la biofertilización con HMA puede ser una alternativa en beneficio para ambas especies de plantas micorrizadas en la absorción de nutrientes y agua, reflejada en un mayor crecimiento, por lo que el uso de este inóculo micorrízico podría coadyuvar a prevenir la degradación del suelo causada por el exceso de fertilizantes químicos y potenciar la sustentabilidad agrosilvopastoril.



Hongos micorrízicos arbusculares aislados de la rizosfera de maíz (*Zea mays* L.) en Sinaloa

Sánchez-Ramírez, Lizbeth Isabel¹; Carballar-Hernández, Santos²; Angulo-Castro, Azareel¹; Armenta-Ayala, José Oscar¹; Estrada-Acosta, Mitzi Dayanira¹ y Cázarez-Flores, Luz Llarelly¹.

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía Km.17.5, Carretera Culiacán-Eldorado s/n. C.P. 80000. Culiacán, Sinaloa. ²Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, Avenida Universidad N°3000, colonia Lomas de la Universidad, código postal 59103, Sahuayo, Michoacán. *email: lizanzmi@gmail.com

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) se asocian con el 70 % de las plantas terrestres, entre estas se encuentran cultivos de importancia alimenticia e industrial como el maíz. El objetivo de esta investigación fue comparar la diversidad de HMA asociados a la rizósfera de maíces criollos e híbridos en el estado de Sinaloa. Se colectaron muestras de suelo rizosférico de tres agroecosistemas de maíz criollo, de las zonas serranas de los municipios Badiraguato (Tepehuajes), Culiacán (Carboneras) y San Ignacio (Humayes), así como de tres agroecosistemas de maíz híbrido de cultivos intensivos del valle central de Sinaloa en Culiacán (Facultad de Agronomía y Abuya y Ceuta 2da) y Navolato (San Pedro); de cada agroecosistema se tomaron muestras de cinco plantas a las cuales se les extrajeron las esporas de HMA por el método de tamizado húmedo y decantación, seguido de centrifugación en gradiente de sacarosa, se extrajeron las esporas con ayuda de un estereoscopio y se hicieron preparaciones semipermanentes en PVLG y reactivo de Melzer, posteriormente se llevó a cabo la identificación en un microscopio con cámara. Se identificaron 28 especies de HMA, 25 de ellas se encontraron en la rizosfera de los maíces criollos, mientras que en los maíces híbridos solo se encontraron 20 especies, esto puede deberse a que las razas de maíz criollo han sido seleccionadas durante siglos, lo que ha permitido su coevolución con los HMA, además, por su mayor diversidad genética pueden exudar una mayor variedad de compuestos químicos atrayentes para los HMA. De las especies identificadas, *A. excavata*, *A. morrowiae*, *A. spinosa*, *A. spinulifera*, *A. alpina*, *Acaulospora* sp 1, *S. clavisporum*, *Gigaspora* sp 1 y *C. pellucida* se encontraron exclusivamente en las rizosferas de maíces criollos, mientras que, *Diversispora* sp 1, *Claroideoglossum* sp 1 y *G. minutum* se encontraron solo en las rizosferas de maíces híbridos; las especies *C. claroideum*, *F. geosporum* y *G. microcarpum* se encontraron en todas las áreas de muestreo, estas junto con *R. intraradices* y *G. macrocarpum* acumularon más del 50% de esporas contabilizadas en la rizosfera de ambos tipos de maíz, la abundancia de estas especies puede deberse a sus capacidades intrínsecas principalmente, puesto que pueden crecer y desarrollarse en una amplia variedad de suelos, condiciones ambientales, plantas y además producen esporas de resistencia. Los maíces criollos presentaron una mayor diversidad de HMA, y dejan clara su importancia agroecológica por ser reservorios de estos importantes microorganismos.



Contenido de flavonoides y antocianinas en granos de maíces nativos inoculados con hongos micorrízicos arbusculares

Wendy Sangabriel Conde¹, Ismael Gutiérrez Alarcón¹, Olivia Márquez Fernández¹,
Gerardo Alvarado Castillo¹, Dora Trejo Aguilar¹

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, C.P. 91000. Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz, México. *email: wsangabriel@uv.mx

México cuenta con una amplia diversidad de razas nativas de maíz, las cuales presentan altos contenidos de compuestos fenólicos como flavonoides y antocianinas, pigmentos que cumplen funciones fisiológicas relevantes en la planta y que poseen propiedades antioxidantes que han despertado creciente interés por sus beneficios a la salud. En los maíces nativos, la cianidina 3-glucósido es la antocianina predominante, y si bien, existen estrategias como la modificación genética y el control ambiental para incrementar su concentración, esto implica un costo elevado. Diversos estudios sugieren que la simbiosis micorrízica puede inducir la producción de compuestos antioxidantes mediante modificaciones en las señales moleculares de la planta hospedera. El objetivo fue evaluar el efecto de la inoculación con HMA sobre el contenido de antocianinas y flavonoides en granos de maíces nativos (amarillo, rojo y negro) en condiciones de campo. Hipotetizando que la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares incrementará la cantidad de compuestos fenólicos en los granos de al menos una variedad de maíz. El experimento se estableció bajo un diseño factorial con dos factores: variedad y tratamiento (con y sin HMA). Se determinó la colonización micorrízica en los estados fenológicos V7 y VT, y se realizó la cuantificación de antocianinas y flavonoides mediante espectrofotometría. El análisis estadístico se realizó en RStudio utilizando pruebas de comparación de medias. Los resultados mostraron un mayor porcentaje de colonización micorrízica en las tres variedades de maíz inoculadas, con una correlación positiva entre la edad de la planta y el grado de infección (coeficiente de correlación de 0.935). Los granos de plantas de maíz amarillo y negro inoculados con HMA registraron estadísticamente una mayor concentración de cianidina 3-glucósido y flavonoides. Particularmente el maíz negro inoculado alcanzó la mayor concentración de antocianinas (512.6 mg·kg⁻¹) en comparación con el resto de tratamientos y un incremento del 9.65% en el contenido de flavonoides en comparación con el tratamiento no inoculado. La mayor concentración de compuestos fenólicos en variedades inoculadas con HMA muestra que la simbiosis micorrízica tiene un efecto en la producción de compuestos secundarios en los maíces nativos, apuntando a una posible regulación genética de la vía biosintética de estos pigmentos. Dada la importancia de conservar estas variedades, investigaciones futuras deberían centrarse en analizar la interacción entre factores genéticos de la planta, las condiciones ambientales y las características funcionales de los hongos micorrízicos arbusculares con miras a encontrar combinaciones que permitan optimizar la producción de maíz con elevado valor nutracéutico.

Palabras clave: Maíces nativos, micorrización, productos fenólicos.



Efecto de los tratamientos con biotina y hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el crecimiento de plantas de jitomate Cherry.

Santos Hernández Jonathan.

Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, 91090 Xalapa de Enríquez, Veracruz. *email:
zS21010471@estudiantes.uv.mx

El jitomate Cherry (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*) es una variedad popular por su tamaño y sabor. Este estudio investiga el impacto de la biotina y los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en su crecimiento. La biotina, una vitamina B1, regula el metabolismo vegetal, y los HMA ayudan en la absorción de nutrientes. El objetivo del estudio es comparar el crecimiento de plantas tratadas con biotina y HMA con un grupo control sin tratamiento. Objetivo: Comparar el crecimiento de plantas de jitomate Cherry bajo cuatro tratamientos: testigo, biotina, HMA y HMA más biotina, evaluando su impacto en la altura, biomasa y número de hojas. Hipótesis: Se espera que el tratamiento con HMA más biotina promueva un mayor crecimiento en altura, biomasa y número de hojas en comparación con el testigo y el tratamiento con biotina sola. Se cultivaron plantas de jitomate Cherry en condiciones controladas de temperatura y luz durante un mes. Con los cuatro tratamientos, dónde se aplican semanalmente mediante riego. Se evaluaron los siguientes parámetros de crecimiento: altura de las plantas, número de hojas, biomasa fresca y biomasa seca. Los datos fueron analizados utilizando ANOVA para comparar las diferencias entre los tratamientos. Las plantas tratadas con HMA más biotina mostraron cambios significativos en la altura, número de hojas y biomasa fresca en comparación con el testigo ($p < 0.05$). El tratamiento con biotina favoreció el crecimiento, aunque en menor medida que el tratamiento con HMA más biotina. La biomasa seca también mostró cambios en las plantas tratadas con HMA más biotina, mientras que el testigo presentó el menor crecimiento en todos los parámetros medidos. El tratamiento con HMA biotina favoreció cambios en el crecimiento vegetativo de las plantas de jitomate Cherry, probablemente debido a una mayor absorción de nutrientes, especialmente fósforo, facilitada por los HMA. La biotina sola también promovió el crecimiento, pero en menor medida, lo que sugiere que la interacción simbiótica entre los HMA y las plantas tiene un efecto más pronunciado sobre su desarrollo. El tratamiento con HMA biotina podría promover cambios en el crecimiento de las plantas de jitomate Cherry en comparación con el testigo y el tratamiento con biotina sola. Esto sugiere que la combinación de HMA y biotina podría ser una estrategia eficaz para mejorar el crecimiento vegetativo de las plantas de jitomate.



**Efectos de herbicidas sobre hongos micorrízicos arbusculares y
microorganismos del suelo en maíz bajo agricultura de conservación**

Marcela Sarabia¹, Pablo Jaramillo-López¹, Jaen Blas Romero¹, Simon Fonteyne², Abel Saldivia-Tejeda², John Larsen¹

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México.

²International Maize and Wheat Improvement Center, Texcoco, México. *email: msarabia03@gmail.com

El uso de herbicidas para el control de arvenses puede generar impactos ambientales significativos. Para reducir estos efectos, es fundamental entender los impactos de los herbicidas más utilizados en la agricultura en México. Este estudio evaluó el efecto de herbicidas de uso común (glifosato, paraquat, atrazina, glufosinato de amonio y nicosulfurón) frente al control mecánico sobre los microorganismos del suelo, con énfasis en los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), esenciales para la nutrición vegetal y la salud del suelo, en tres etapas fenológicas del maíz. El objetivo fue analizar cómo el control de arvenses afecta las comunidades microbianas y la colonización de raíces por HMA en un sistema de agricultura de conservación, caracterizado por mínima labranza y cobertura del suelo con residuos de cultivo. Se evaluó la colonización de raíces por HMA y la composición microbiana mediante biomarcadores de ácidos grasos (16:1 ω 5c para HMA), se cuantificaron bacterias y otros hongos con biomarcadores específicos, y se analizó la nematofauna del suelo según gremios ecológicos. Los resultados mostraron un incremento en la microbiota del suelo y raíces a lo largo del ciclo del cultivo. El control de arvenses impactó significativamente la colonización por HMA y la nematofauna. El paraquat y el nicosulfurón redujeron la colonización de HMA, mientras que otros herbicidas no presentaron efectos claros. Los herbicidas afectaron el total de nemátodos y los fitoparásitos, con interacciones significativas entre el tipo de control y la etapa fenológica para nemátodos fungívoros y fitoparásitos. La correlación de Pearson reveló relaciones positivas entre la colonización por HMA, la biomasa y longitud de raíces, los gremios de nemátodos (bacterióvoros, fungívoros y predadores) y el biomarcador 16:1 ω 5c, pero negativa con bacterias Gram positivas. El glifosato incrementó los nemátodos fitoparásitos sin afectar directamente los HMA, evidenciando efectos diferenciados según el herbicida y el organismo. En conclusión, el uso de herbicidas en sistemas de agricultura de conservación altera los HMA y la red microbiana del suelo, con impactos variables según el herbicida y el grupo microbiano. Estos hallazgos destacan la necesidad de implementar estrategias de manejo que minimicen estos efectos para preservar la salud del suelo.



Técnica de campo para la identificación de hongos micorrízicos arbusculares

Labna Aixchel Sierra Ramírez¹, Mariela Hada Fuentes Ponce¹, Iván Pável Moreno Espíndola¹

¹Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Calz. Del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Coyoacán, 04960 Ciudad de México, CDMX. *email: lsierrar@correo.xoc.uam.mx

Los Hongos micorrízicos Arbusculares (HMA) forman parte de las relaciones simbióticas más destacadas y conocidas en la mayoría de las plantas terrestres, debido a los múltiples beneficios que generan en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, así como por formar parte de los microorganismos con el potencial de constituir una alternativa de fertilización sostenible para disminuir el volumen de productos sintéticos utilizados, además de promover el desarrollo de la producción agrícola sin comprometer el medio que lo rodea. Razón por la cual, se considera necesario, utilizar la identificación de estos microorganismos como una herramienta para estimar la calidad y degradación del suelo, relacionada con el tipo de manejo agrícola y la abundancia de estos hongos, además de que a través de su identificación es posible establecer plantas compatibles con el proceso simbiótico como parámetro inicial para el desarrollo de nuevos estudios. Sin embargo, las técnicas utilizadas para la identificación de estos microorganismos se limitan al uso de reactivos y equipos especializados para uso en laboratorio, por lo que el objetivo de esta investigación fue proponer una técnica que permita evaluar la presencia de HMA a partir de materiales y reactivos de fácil acceso y bajo costo. En el estudio se implementaron 5 tratamientos para digerir raíces e identificar las estructuras micorrícicas en cultivos de trigo y ebo. Los tratamientos elaborados a partir de sosa caustica (NaOH), ácido clorhídrico (HCL), peróxido de hidrógeno de grado comercial (H_2O_2) y tinta de bolígrafo azul (Rodríguez et al., 2015)) son los que presentaron observaciones más claras de estructuras como hifas, vesículas y arbuscúlos. Se concluye que esta técnica representa una alternativa útil para la identificación de HMA en condiciones de poco recurso e infraestructura, disminuyendo a la vez el impacto ambiental y la integración de este tipo de evaluaciones de manera más rutinaria en las diferentes unidades de producción, facilitando así, la oportunidad a productores y técnicos de monitorear la calidad de los suelos.



Propagación de consorcios de HMA nativos presentes en suelos rizosféricos de dos variedades de *Coffea arabica* L. De Huautla de Jiménez, Oaxaca

Nathaly Anahí Solano Arista^{1*} , Celerino Robles¹

¹Instituto Politécnico Nacional *Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR Oaxaca). Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, 71230 Oaxaca. *email: nsolanoa2300@alumno.ipn.mx

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son clave para el desarrollo del café, mejora la absorción de nutrientes esenciales y agua. En el café reduce la necesidad de fertilizantes de origen químico, promueve la sustentabilidad y aumenta los rendimientos. Sin embargo, los estudios sobre hongos micorrízicos arbusculares en café en México y Oaxaca son limitados comparados con otras regiones y cultivos. Este estudio tuvo como objetivo propagar hongos micorrízicos arbusculares nativos de los suelos rizosféricos de dos variedades de *Coffea arabica* L. (Geisha y Typica) de dos sitios diferentes cultivadas en Huautla de Jiménez, Oaxaca. Se recolectaron 20 muestras compuesta de suelo de la rizosfera de arbustos de café (*Coffea arabica* L.). La propagación de los consorcios de hongos micorrízicos arbusculares se hizo en plantas trampa de maíz (*Zea mays* L.) fueron inoculados con 60 g de suelo que contenía esporas del consorcio micorrízico nativo procedente del cafetal, en total se establecieron 20 inóculos, con tres repeticiones por cada muestra de suelo. Esto se realizó en condiciones de invernadero en las instalaciones de CIIDIR en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. Se evaluó el porcentaje de colonización micorrízica mediante la técnica de Phillips y Hayman (1970) y el número de esporas mediante la técnica de tamizado húmedo y decantación (Gerdemann y Nicolson, 1963). Como resultado de esta investigación en la propagación del consorcio nativos de hongos micorrízicos arbusculares de dos sitios de muestreo se observó colonización en todas las plantas de maíz para ambas variedades de café. La asociación micorrízica juega un papel crucial en la producción de café. Por lo tanto, es fundamental identificar y estudiar las especies involucradas en estas asociaciones. Los cafetales actúan como plantas hospederas que pueden propagar hongos micorrízicos arbusculares (HMA).



Efectos de HMA y Ácido fólico en tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*)

Alberto Mario Turrent Figueroa

Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre
Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090, Xalapa, Veracruz, México

*email: turrentagro@gmail.com

El tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) es un cultivo de alto valor agrícola, cuya productividad puede mejorarse mediante simbiosis biológicas y bioestimulantes. Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) mejoran la absorción de nutrientes, mientras que el ácido fólico estimula el metabolismo celular y la fotosíntesis. Este estudio evalúa el impacto de un tratamiento testigo (solo agua), HMA, ácido fólico y la combinación de HMA con ácido fólico en el crecimiento, la colonización micorrízica y el contenido de clorofila. El objetivo fue evaluar los efectos de un tratamiento testigo, HMA, ácido fólico (25 μ M) y la combinación de HMA con ácido fólico en plantas de tomate cherry, midiendo peso fresco y seco, porcentaje y frecuencia de colonización micorrízica, y contenido de clorofila. Se hipotetizó que la combinación de HMA y ácido fólico generaría los mayores incrementos en biomasa, colonización y clorofila debido a sinergias entre la mejora nutricional y el estímulo metabólico. Se establecieron cuatro tratamientos con cinco plantas cada uno: 1) Testigo (solo agua), 2) HMA, 3) ácido fólico (25 μ M), y 4) HMA + ácido fólico (25 μ M). Las plantas se cultivaron en condiciones controladas. El peso fresco y seco se midió tras la cosecha. La colonización micorrízica se evaluó mediante tinción de raíces y conteo microscópico, determinando porcentaje y frecuencia de colonización. El contenido de clorofila se cuantificó espectrofotométricamente. El tratamiento (HMA + ácido fólico) muestra cambios significativos en peso fresco y seco. Los tratamientos con HMA, solos o combinados, muestran porcentajes de colonización y frecuencias notables. El ácido fólico, especialmente en combinación, tiene cambios significativos en contenido de clorofila. La sinergia entre HMA y ácido fólico probablemente optimice la absorción de nutrientes y el metabolismo, explicando los mejores resultados. Los HMA facilitarían la disponibilidad de fósforo, mientras el ácido fólico potenciaría la síntesis de clorofila y nucleótidos. El testigo, al no recibir estímulos, serviría como base para comparar el impacto de los tratamientos. La combinación de bioestimulantes y simbiosis es una estrategia viable. Los tratamientos muestran cambios significativos en cuanto al crecimiento, la colonización micorrízica y la capacidad fotosintética en tomate cherry, apoyando su uso en agricultura sostenible.



Análisis de la expresión del gen *SIGH9-PR* en plantas de tomate micorrizadas con *Rhizophagus irregularis* e infectadas con *Sclerotinia sclerotiorum*.

Valdez-Agramón R. C.¹, Bojórquez-Armenta Y.², Ramírez-Douriet C. M.², López-Meyer M.^{2*}

¹CONAHCyT-Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Guasave, México; ² Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Departamento de Biotecnología Agrícola, Guasave, Sinaloa, México; *mlopez@ipn.mx

Las glicosilhidrolasas (GH) son una extensa familia de proteínas que hidrolizan enlaces glicosídicos de carbohidratos. En plantas, son de esencial importancia debido a que participan en los procesos de modificación de pared celular al hidrolizar enlaces de algunos polisacáridos como la celulosa y xiloglucano. Las GH en planta presentan actividad sobre diversos sustratos y en algunas ocasiones han demostrado jugar un rol importante en el proceso de defensa durante la infección por patógenos, siendo así catalogadas además de su actividad de GH, como genes PR. Por otra parte, existen antecedentes que muestran expresión diferencial de genes que participan en la síntesis y re-arreglo de pared celular en plantas de tomate micorrizado con el hongo *R. irregularis*. Mediante un análisis *in silico* de la familia de GH en el genoma V5.0 del tomate, se identificó la familia de SIGH9. Uno de los miembros de la familia, el gen *SIGH9-PR* (SolyC04G002048 v5.0; SolyC04g064880 v4.0) mostró expresión diferencial por micorrización en hojas. El objetivo del presente trabajo fue confirmar la expresión diferencial por micorrización de este gen en tejido foliar; además, se analizó su expresión en tejidos de hojas infectadas por el patógeno foliar *S. sclerotiorum*. La región codificante de este gen es de 1725 nucleótidos codificando para 575 aminoácidos. A pesar de presentar alta homología con otros miembros de la familia SIGH9, incluyendo regiones de la proteína de interacción con carbohidratos, se identificó una alteración en la secuencia del sitio activo. El análisis de RT-qPCR mostró inducción en la expresión del gen *SIGH9-PR* en la condición micorrizada en comparación con la no-micorrizada, donde este gen se mostró totalmente reprimido. Por otro lado, se observó que la expresión del gen se indujo al alza de manera significativa en las condiciones infectadas con *S. sclerotiorum* (tanto micorrizada como no-micorrizada), en comparación con las condiciones no infectadas. Estos resultados sugieren que *SIGH9-PR* podría tener actividad relacionada con patogénesis (PR) al mostrarse significativamente más inducido en las condiciones donde la planta tuvo interacción con el patógeno, y es posible que no presente actividad de glicosilhidrolasa ya que el sitio activo no se encuentra conservado totalmente, aunque sí puede ser capaz de unirse a carbohidratos. Se requiere trabajo adicional para elucidar el papel de este gen tanto en la micorrización arbuscular como por la infección por patógeno.



Efecto de un herbicida orgánico (Herbitech) en hongos micorrízicos arbusculares presentes en plantas de maíz (*Zea mays L.*) con suelo proveniente de distintas regiones del país

Selene Villa Rangel ¹; Irasema Vargas Aríspuro ²; Silvia Margarita Carrillo Saucedo ²

¹ Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) UNAM-Campus Morelia. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta CP. 58190 Morelia, Michoacán.

² Centro de Investigaciones en Alimentos y Desarrollo (CIAD) Carretera. Gustavo Enrique Astiazarán Rosas No. 46, Col. La Victoria, CP. 83304 Hermosillo, Sonora.

² Laboratorio Nacional de Innovación Ecotecnológica y Sustentabilidad (LANIES) Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta CP. 58190 Morelia, Michoacán. *email: selenevillarangel@gmail.com

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) forman asociaciones simbióticas clave en la rizosfera del maíz, favoreciendo su nutrición y tolerancia al estrés. Sin embargo, las prácticas agronómicas modernas, como el uso de agroquímicos, pueden alterar negativamente estas comunidades microbianas. Aunque se ha estudiado ampliamente el impacto de los herbicidas sintéticos sobre la microbiota del suelo, existe poca información sobre los efectos de los herbicidas orgánicos, a pesar de su uso creciente por considerarse más sostenibles. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del herbicida orgánico Herbitch sobre los HMA presentes en la rizosfera del maíz, comparando su respuesta en tratamientos con y sin herbicida en suelos provenientes de cinco regiones del país. Se seleccionaron suelos de ocho sitios en transición agroecológica ubicados en Sinaloa, Veracruz (2), Oaxaca (2), Tamaulipas y Chiapas (2), con base en características fisicoquímicas (pH, textura y conductividad). Se emplearon semillas de maíz híbrido MPALW04, cuya viabilidad fue verificada mediante pruebas de germinación. Se evaluaron variables vegetales (altura, diámetro del tallo y número de hojas) durante el crecimiento, y al final se analizaron parámetros micorrízicos: colonización, longitud de micelio extraradical y número de esporas. Los resultados mostraron una disminución en la altura y el número de hojas en plantas tratadas con herbicida, mientras que el diámetro del tallo no presentó cambios significativos. Todas las muestras presentaron estructuras micorrízicas (20–80% de colonización); sin embargo, esta tendió a ser menor en presencia del herbicida, aunque sin diferencias significativas. La producción de micelio extraradical fue mayor en el tratamiento con herbicida en Vera 2 aunque el crecimiento más evidente se observó en Tam (471 mm con herbicida vs. 114 mm sin herbicida) y Oax 1 (779 mm con herbicida vs. 534 mm sin herbicida). En cuanto al número de esporas, se observó una mayor abundancia en el tratamiento con herbicida en las regiones de Sina (680 vs. 420) y Tam (286 vs. 158), y en menor medida en Oax 2 y Vera 1. En general, el herbicida orgánico Herbitch muestra efectos variables sobre los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), dependiendo de la región. Si bien no se puede concluir que su uso sea necesariamente perjudicial, los resultados destacan la importancia de seguir investigando sus efectos en distintos contextos agroecológicos para asegurar un manejo sostenible del suelo y sus funciones ecológicas.



Efecto de la tiamina sobre el crecimiento y colonización micorrízica en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Tania Faridy Villa Valdes

Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana.

Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, 91090 Xalapa de Enríquez, Veracruz.

*email: zS21010518@estudiantes.uv.mx

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) mejoran el desarrollo vegetal al facilitar la absorción de nutrientes y fortalecer la tolerancia al estrés. Por otro lado, la tiamina es una molécula implicada en procesos metabólicos clave y en la respuesta a estrés en plantas. Aunque ambos factores son conocidos por sus efectos beneficiosos, se sabe poco sobre la interacción entre tiamina y HMA en especies hortícolas como el tomate. Evaluar esta interacción puede aportar nuevas herramientas bioestimulantes en la agricultura sostenible. El objetivo fue evaluar el efecto combinado y separado de HMA y tiamina sobre el crecimiento del tomate y la colonización micorrízica en raíces. Se planteó la hipótesis de que la aplicación de tiamina mejora tanto el crecimiento como la eficiencia de la colonización por HMA. Se establecieron cuatro tratamientos: 1) testigo (sin HMA ni tiamina), 2) solo HMA, 3) solo tiamina y 4) HMA + tiamina. Las plantas se cultivaron durante 30 días en condiciones controladas. La inoculación se realizó con una mezcla de HMA, y la tiamina se aplicó semanalmente vía foliar. Se midieron variables de crecimiento (altura, número de hojas, biomasa aérea y radicular), concentración de clorofila (medida con SPAD) y, al día 30, se evaluó la colonización micorrízica, así como la frecuencia y tipo de estructuras micorrízicas en raíces mediante tinción y microscopía. El tratamiento combinado (HMA + tiamina) mostró cambios en el crecimiento de altura, biomasa y contenido de clorofila. HMA y la tiamina promovió cambios en el desarrollo comparado con el testigo, y la tiamina también mejoró moderadas. En cuanto a colonización micorrízica, el porcentaje más alto se observó en el tratamiento HMA + tiamina, con mayor presencia de arbuscúlos y vesículas respecto al tratamiento con solo HMA. Los resultados sugieren un efecto sinérgico entre HMA y tiamina, donde esta última posiblemente mejora el estado fisiológico de la planta, facilitando el establecimiento micorrízico y favoreciendo la expresión de estructuras simbióticas funcionales. Conclusiones. La aplicación de tiamina podría potenciar el efecto de los HMA sobre el crecimiento vegetal y la simbiosis micorrízica. Esta interacción puede tener el potencial para ser aplicada en sistemas agrícolas con menor uso de insumos sintéticos.



Efecto de hongos micorrízicos arbusculares y *Trichoderma* en las visitas florales por polinizadores en jitomate

José Andrés Villafañá-Flores¹, Alfredo Reyes-Tena¹, Joset Tsiri Díaz-Guerrero², Raúl Omar Real-Santillán², Carlos Ernesto González Esquivel², Nuria Gómez-Dorantes¹, Luis López-Pérez¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, km 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro. 58880 Tarímbaro, Michoacán, México.

²Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701. 58190, Morelia, México.

*email: joseandresflores102@gmail.com, luis.lopez.perez@umich.mx

Las especies vegetales como los cultivos agrícolas presentan distintas interacciones bióticas que son fundamentales para completar su ciclo de vida, ser más productivas y mostrar resistencia y resiliencia a estrés biótico y abiótico. Una de las principales asociaciones estudiadas en las especies vegetales es aquellas que realizan con los hongos y entre estos, los formadores de micorriza y *Trichoderma harzianum*. Estos hongos se saben que ayudan a la planta de diversas maneras; sin embargo, poco se sabe del efecto que ocasionan estas asociaciones en la protooperación polinizadores-flor. Por lo que, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de los microorganismos benéficos del suelo, sobre la producción y la actividad de *Bombus impatiens* en condiciones de invernadero. Se estableció un experimento donde se inocularon plantas de jitomate con *T. harzianum*, hongos micorrízicos arbusculares más un control sin inocular, con fotoperiodo natural, temperatura de $31 \pm 1^\circ\text{C}$ y 40 % HR. Cada tratamiento tuvo nueve repeticiones, generando 27 unidades experimentales, las cuales se dispusieron en bloques al azar. A los cuatro meses del establecimiento se evaluó el número de flores, visitas de polinizadores y peso del fruto. Los resultados mostraron una variación temporal significativa en las visitas florales y el número de flores; las plantas control registraron la mayor cantidad de visitas florales, seguidas del tratamiento con *T. harzianum*. El número de flores en las plantas inoculadas con *T. harzianum* presentó la mayor atracción por los abejorros. Por otra parte, los HMA mostraron un efecto negativo en la atracción de los polinizadores, lo cual se reflejó en la menor cantidad de flores en este tratamiento. Por lo anterior se puede concluir que, *T. harzianum* promueve las visitas florales de *B. impatiens* y estimula la producción de nuevas flores y los HMA, no promueven las visitas florales; sin embargo, es necesario realizar más estudios para confirmar los resultados encontrados.



Exploración de la riqueza de hongos y bacterias en una cronosecuencia temporal de 40 años de suelos de cultivo de caña en Quintana Roo

Alfredo Yanez Montalvo^{1,2}, Pedro Damián Pavón Reyes², Martín Hassan Polo Marcial², Fernando Casanova², Laura Anahí Macario González², Luis Alberto Lara Pérez²

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular 3917, Fraccionamiento Playitas, Ensenada, Baja California, 22860, México. ² Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Carretera Chetumal- Escárcega km 21.5, Ejido Juan Sarabia, Quintana Roo, CP 77965, México

En la región kárstica de Quintana Roo el cultivo de caña es una de las principales actividades económicas, sin embargo, el suelo se caracteriza por ser limitante en elementos como el nitrógeno y el fósforo. Los cultivos de caña se caracterizan por ser sistemas agrícolas convencionales o intensivos, donde predomina el uso de fertilizantes químicos que generan complicaciones ecológicas como la afectación a la salud del suelo y, por tanto, se asocia a la pérdida de la diversidad comunidades microbianas. En este trabajo se evaluó la estructura y composición de hongos (micorrízicos arbusculares, Ascomycota y Basidiomycota) y bacterias presentes en suelos con aproximadamente 5, 20 y 40 años de cultivo de caña de azúcar y de un área de selva conservada en una localidad de Quintana Roo. Se exploró la diversidad de esporas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y mediante secuenciación con Illumina MiSeq se describió la diversidad de bacterias y hongos con el gen 16s e ITS, respectivamente. Los resultados mostraron un patrón donde la selva conservada y los suelos que presentan el cambio de uso de suelo reciente (5 años), fueron los sitios con mayor riqueza de esporas de HMA y de hongos (Ascomycota y Basidiomycota) disminuye conforme aumenta el año de utilización del suelo para cultivo. Por su parte, la comunidad bacteriana muestra un patrón inverso. El empleo de agroquímicos de forma intensiva afecta la riqueza de hongos (HMA, Ascomycota y Basidiomycota) pero se correlaciona de forma positiva con las bacterias. Una mayor exploración sobre ecología de las comunidades microbianas asociada a los cultivos intensivos de caña es necesaria para poder establecer nuevos lineamientos para las prácticas de cultivos más sostenibles.