

18-20 DE SEPTIEMBRE DE 2024
MORELIA, MICHOACÁN



MEMORIAS DEL 1ER. ENCUENTRO NACIONAL DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS PARA LA AGRICULTURA

COORDINADORES:

SERGIO DE LOS SANTOS VILLALOBOS, JOHN LARSEN, MIGUEL BERNANDO NÁJERA RINCÓN,
DANIEL ROJAS SOLÍS, GUSTAVO SANTOYO, FERNANDO TAMAYO MEJÍA, RAMÓN ARTEAGA GARIBAY, DORA TREJO
AGUILAR, ROBERTO MONTESINOS MATÍAS, HUGO ARREDONDO BERNAL, MARÍA JULISSA EK RAMOS,
MARCELA SARABIA OCHOA, ANTONIO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, YUNUEN TAPIA TORRES

MEMORIAS DEL 1ER. ENCUENTRO NACIONAL DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS PARA LA AGRICULTURA

COORDINADORES

Dr. Sergio de los Santos Villalobos

Dr. John Larsen

Dr. Miguel Bernardo Nájera Rincón

Dr. Daniel Rojas Solís

Dr. Gustavo Santoyo

Dr. Fernando Tamayo Mejía

Dr. Ramón Arteaga Garibay

Dra. Dora Trejo Aguilar

Dr. Roberto Montesinos Matías

Dr. Hugo Arredondo Bernal

Dra. María Julissa Ek Ramos

Dra. Marcela Sarabia Ochoa

Dr. Antonio González Rodríguez

Dra. Yunuen Tapia Torres



Instituto Tecnológico de Sonora
5 de febrero, No. 818 sur, colonia Centro
Ciudad Obregón, Sonora, México; 85000

www.itson.mx

Email: rectoria@itson.mx

Teléfono: (644) 410-90-00

Primera edición

Septiembre, 2024

ISBN para ebook: 978-607-609-254-5

Gestión editorial

Marisol Cota Reyes

Oficina de publicaciones ITSON

marisol.cota@itson.edu.mx

Maquetación y diseño

Alondra María Díaz Rodríguez

alondra.diaz132448@potros.itson.edu.mx

Diseño de cubierta

Adán Josué Beltrán Suarez

adan.beltran235239@potros.itson.edu.mx

La presente publicación ha sido dictaminada bajo un proceso doble ciego por pares académicos nacionales e internacionales.

Reservados todos los derechos conforme a la ley.

Hecho en México



OFICINA DE
PUBLICACIONES
ITSON

DIRECTORIO ITSON

Dr. Jesús Héctor Hernández López
Rector del Instituto Tecnológico de Sonora

Dr. Jaime Garatuza Payán
Vicerrectoría Académica

Dr. Rodolfo Valenzuela Reynaga
Vicerrectoría Administrativa

Dr. Ernesto Uriel Cantú Soto
Secretaría de la Rectoría

Mtro. Mauricio López Acosta
Dirección Unidad Navojoa

Dr. Humberto Aceves Gutiérrez
Dirección Unidad Guaymas

Dra. María Dolores Moreno Millanes
Dirección Académica de Ciencias Económica-Administrativas

Dr. Armando Ambrosio López
Dirección Académica de Ingeniería y Tecnología

Dra. Sonia Verónica Mortis Lozoya
Dirección Académica de Ciencias Sociales y Humanidades

Dr. Pablo Gortáres Moroyoqui
Dirección Académica de Recursos Naturales

Dr. Iram Mondaca Fernández
Jefe del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Sergio de los Santos Villalobos

Dr. John Larsen

Dr. Miguel Bernardo Nájera Rincón

Dr. Daniel Rojas Solís

Dr. Gustavo Santoyo

Dr. Fernando Tamayo Mejía

Dr. Ramón Arteaga Garibay

Dra. Dora Trejo Aguilar

Dr. Roberto Montesinos Matías

Dr. Hugo Arredondo Bernal

Dra. María Julissa Ek Ramos

Dra. Marcela Sarabia Ochoa

Dr. Antonio González Rodríguez

Dra. Yunuen Tapia Torres

ÍNDICE

Agradecimientos	10
Prólogo	11
Ponencia Inaugural	12
<i>Microbios benéficos: la clave para una agricultura sostenible</i>	13
Sección 1. Colecciones de Microorganismos	14
<i>La colección de microorganismos del CNRG y su papel en la seguridad alimentaria</i> ...	15
<i>Nayarit, ¿qué sabemos sobre las especies de hongos micorrizógenos arbusculares?</i> . 16	
<i>Colecciones biológicas: Cápsula del tiempo en el Laboratorio de Microbiología de Suelos BUAP</i>	17
<i>Potencial para el biocontrol de la colección de cepas de Trichoderma spp. nativas de Michoacán depositadas en el Cepario Michoacano Universitario</i>	18
<i>Colección de hongos del SENASICA, una fuente de insumos que promueven la sanidad de nuestros vegetales</i>	19
<i>Identificación, mantenimiento y conservación de aislados microbianos promotores de crecimiento vegetal y biocontroladores: construyendo un cepario</i>	20
Sección 2. Bioprospección y modos de acción	21
<i>El suelo: reservorio invaluable de microorganismos benéficos para una agricultura sostenible</i>	22
<i>Efecto de Trichoderma harzianum sobre el crecimiento de plantas de jitomate crecidas en presencia de nemátodos fitoparásitos</i>	23
<i>Bioprospección de inoculantes microbianos para producción climáticamente inteligente de maíz: La evolución del maíz y la ecología de las variedades locales ofrecen pistas</i> 24	
<i>Especies de los géneros Bacillus y Pseudomonas promotoras del desarrollo vegetal inducen la biosíntesis de ácido jasmónico y modifican las repuestas vegetales a la herbivoría</i>	25
<i>Control biológico de la secadera causada por Neopestaloptiosis roseae en el cultivo de fresa en el valle de Zamora, Michoacán.</i>	26
<i>Bacterias asociadas a Solanum lycopersicum, con potencial de promoción de crecimiento vegetal y actividad antagonista contra microorganismos patógenos de plantas</i>	27
<i>Bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) modulan la expresión de genes que codifican para efectores de Trichoderma atroviride, mejorando su capacidad antifúngica y promotora del crecimiento vegetal</i>	28
<i>Caracterización bioquímica del hongo endófito inducible Lewia sp.</i>	29
<i>Fijadores de nitrógeno en leguminosas forestales de Costa Rica</i>	30
<i>Evaluación fisiológica y antagonista de una nueva cepa de Trichoderma atroviride</i>	31

<i>Evaluación del efecto de la cianobacteria Nostoc sp. como un inoculante biológico e inductor de la germinación en Maíz (Zea mays), Cebolla (Allium sp.) y Rábano (Raphanus sativus)</i>	<i>32</i>
<i>Caracterización de bacterias nativas como promotoras del crecimiento vegetal aisladas de la rizósfera de maíz criollo en Ocampo, Michoacán.....</i>	<i>33</i>
<i>Evaluación de la actividad antagónica in vivo de metabolitos secundarios de Trichoderma spp. contra Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici en plantas de tomate (Solanum lycopersicum).....</i>	<i>34</i>
<i>Comunidades bacterianas presentes en el mucigel de raíces adventicias aéreas del maíz Olotón blanco de la Sierra Mixe de Oaxaca.....</i>	<i>35</i>
<i>Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal albergadas en el maíz nativo Palomero Toluqueño.....</i>	<i>36</i>
<i>Aislamiento, caracterización taxonómica y efecto de bacterias que solubilizan fosfato en el crecimiento y desarrollo de Arabidopsis thaliana</i>	<i>37</i>
<i>Inhibición del crecimiento micelial de hongos fitopatógenos por compuestos orgánicos volátiles (VOCs) producidos por un consorcio microbiano.....</i>	<i>38</i>
<i>Prospección de bacterias rizosféricas y endófitas del maíz tunicado con potencial para la promoción de crecimiento vegetal y mitigación del estrés hídrico.....</i>	<i>39</i>
<i>Uso de hongos endófitos aislados de teocintle del Balsas (Zea mays ssp. parviglumis) para mejorar las condiciones de cultivo de variedades comerciales de maíz (Zea mays mays)</i>	<i>40</i>
<i>Tolerancia a estrés abiótico y promoción de crecimiento vegetal por bacterias edáficas nativas del Valle del Yaqui, México</i>	<i>41</i>
<i>Aislados de Metarhizium con actividad promotora de crecimiento en plantas de maíz .</i>	<i>42</i>
<i>Potencial infectivo de cuatro hongos entomopatógenos nativos de Oaxaca sobre Scyphophorus acupunctatus</i>	<i>43</i>
<i>Diversidad de hongos endófitos cultivables asociados a huertos de aguacate bajo condiciones de manejo orgánico y convencional.....</i>	<i>44</i>
<i>Un monoterpeno de Trichoderma virens Tv. 28.8 afecta la germinación y crecimiento del fitopatógeno Sclerotium cepivorum.</i>	<i>45</i>
<i>Potencial de Aspergillus niger y Penicillium griseofulvum, aislados de suelos no agrícolas, como promotores de crecimiento vegetal.....</i>	<i>46</i>
<i>Evaluación de una bacteria halófila con potencial de antagonismo sobre cinco aislados de Phytophthora capsici</i>	<i>47</i>
<i>Identificación molecular de Trichothecium roseum, asociado como micoparásito de Podosphaera aphanis en frambuesa.....</i>	<i>48</i>
<i>Revisión sistemática de la diversidad química, estructural y funcional de los compuestos orgánicos volátiles (VOCs) emitidos por hongos entomopatógenos y su papel como semioquímicos en insectos</i>	<i>49</i>
<i>Beneficio del uso de hongos micorrízico arbusculares en Sorghum bicolor (sorgo) sometido a estrés salino.....</i>	<i>50</i>

<i>Evaluación del potencial de compuestos volátiles emitidos por actinobacterias de Cuatro Ciénegas, Coahuila en la promoción del crecimiento vegetal</i>	51
<i>Aislamiento e identificación molecular de <i>Simplicillium lanosoniveum</i> asociado a roya de frambuesa (<i>Aculeastrum americanum</i>) en el estado de Jalisco</i>	52
<i>Hongos fitopatógenos del arándano afectados por bacterias antagonistas de la rizósfera</i>	53
<i>Paraburkholderia tropica AgJ7, una bacteria con potencial para promover el crecimiento vegetal e inhibir al patógeno <i>Phytophthora capsici</i></i>	54
<i>Efecto de <i>Bacillus</i> sp. sobre el crecimiento de plantas de Shiso [<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britton] cultivadas en invernadero</i>	55
<i>Biotecnología Microbiana desarrollada en el Laboratorio de Microbiología del Suelo del Posgrado de Edafología del Colegio de Postgraduados (Colpos), Campus Montecillo</i> 56	
<i>Especies de los géneros <i>Bacillus</i> y <i>Pseudomonas</i> promotoras del desarrollo vegetal inducen la biosíntesis de ácido jasmónico y modifican las respuestas vegetales a la herbivoría</i>	57
<i>Potencial de las levaduras rizosféricas en la promoción del crecimiento y la nutrición del maíz</i>	58
<i>Potencial biotecnológico de bacterias aisladas de plantas medicinales</i>	59
<i>Bioprospección de microorganismos promotores de crecimiento vegetal aislados de un suelo de Milpa de temporada</i>	60
<i>Hongos micorrízicos arbusculares, biochar y su efecto sobre la herbivoría del gusano cogollero del maíz</i>	61
<i>Efectos de los microorganismos promotores de crecimiento vegetal en las interacciones planta-polinizador</i>	62
<i>Descripción de hongos xilófagos y cromógenos recuperados de puntos del interior de Michoacán</i>	63
<i>Evaluación de Actinobacterias de Cuatro Ciénegas, Coahuila como Promotores de Crecimiento en Plántulas de <i>Solanum lycopersicum</i> (var. Cherry / Micro-Tom)</i>	64
<i>Efecto de la aplicación de hongos micorrízicos arbusculares sobre en la germinación de <i>Capsicum annuum</i> L. y <i>C. chinense</i> Jacq.</i>	65
<i>Cepas fúngicas tolerantes al estrés abiótico asociadas al cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en el Valle del Yaqui, México</i>	66
<i>Influencia de las interacciones bacterianas en su capacidad como bacterias promotoras de crecimiento vegetal: ¿Cooperación o competencia?</i>	67
<i>Aislamiento, identificación y evaluación de hongos entomopatógenos obtenidos de muestras de suelo en cultivos hortícolas</i>	68
<i>Bacteria <i>Paraburkholderia caledonica</i>: Una opción para disponibilidad de P en un suelo alcalino</i>	69
Sección 3. Producción, formulación, control de calidad y aplicación de productos biológicos	70

<i>Principios de aplicación de microorganismos entomopatógenos.....</i>	<i>71</i>
<i>Diseño, producción y aplicación de inoculantes bacterianos: 35 años de experiencia..</i>	<i>72</i>
<i>Uso de los productos comerciales ITERRA para mejorar el crecimiento y rendimiento de maíz H-318.....</i>	<i>73</i>
<i>Optimización en la producción de auxinas a escala industrial a partir de microorganismos aislados de suelo aplicados a cultivo de jitomate.....</i>	<i>74</i>
<i>Evaluación del potencial biofertilizante de un consorcio microbiano fotosintético producido en fotobiorreactor.....</i>	<i>75</i>
<i>Evaluación de la eficacia de la inoculación líquida y sólida de bacterias promotoras del crecimiento en el rendimiento del maíz híbrido.....</i>	<i>76</i>
<i>Evaluación del inoculante microbiano en el desarrollo de maíz nativo bajo una fertilización orgánica.....</i>	<i>77</i>
<i>Evaluación de un proceso de fermentación en estado sólido empleando espuma de poliuretano como soporte, para la producción de esporas viables de Trichoderma asperellum</i>	<i>78</i>
<i>Evaluación de la sinérgia Trichoderma-nanopartículas para el control de patógenos de interés agrícola.....</i>	<i>79</i>
<i>Producción de vermicomposta a partir de un contenedor compacto comercial y su uso en conjunto con microorganismos benéficos para la agricultura.....</i>	<i>80</i>
<i>Evaluación de viabilidad, pureza y concentración de productos comerciales de microorganismos benéficos para la agricultura.....</i>	<i>81</i>
<i>Tolerancia de Pinus patula al “damping off” conferida por los hongos ectomicorrízicos y bacterias auxiliaadoras a la micorrización</i>	<i>82</i>
<i>Ensayo preliminar en campo de la bacteria fijadora de nitrógeno Methylobacterium symbioticum en la producción orgánica de frambuesa.</i>	<i>83</i>
<i>Evaluación de dos formulaciones de un nuevo biofertilizante para maní (Arachis hypogaea).....</i>	<i>84</i>
<i>Efecto del encapsulamiento de bacterias asociadas a cultivos de Zea mays, en su capacidad de promoción de crecimiento vegetal.....</i>	<i>85</i>
Sección 4. Compatibilidad, uso y manejo de microorganismos	86
<i>Casos prácticos del uso de microorganismos benéficos en la agricultura</i>	<i>87</i>
<i>Respuesta de Fusarium oxysporum a los microorganismos nativos del suelo.....</i>	<i>88</i>
<i>Importancia de la fertilización mineral en una rotación abono verde-maíz para mitigar la depresión de crecimiento por las micorrizas arbusculares.....</i>	<i>89</i>
<i>Manejo integrado de la pudrición blanca del ajo en Guanajuato.....</i>	<i>90</i>
<i>Efecto de la co-inoculación de hongos micorrízicos arbusculares y bacterias solubilizadoras de fósforo en plantas de jitomate (Solanum lycopersicum)</i>	<i>91</i>
<i>Optimización de la propagación de Tectona grandis mediante la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares nativos y comerciales</i>	<i>92</i>

<i>Fitorremediación de un suelo contaminado con un hidrocarburo de petróleo (gasolina) con girasol asistida por bacterias promotoras del crecimiento vegetal.....</i>	93
<i>Selección, identificación y caracterización de bacterias resistentes a agroquímicos a partir de cultivos establecidos en Copándaro, Michoacán bajo distintas prácticas de manejo</i>	94
<i>Comunidades de microorganismos en cultivos de maíz a escala comercial en transición agroecológica.....</i>	95
<i>Agricultura regenerativa en girasol mediante el uso de microorganismos</i>	96
<i>Identificación de bacterias patógenas en Lactuca sativa L. y su control mediante el uso combinado de hongos micorrízicos arbusculares y un extracto vegetal.....</i>	97
<i>Evaluación de la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares y biochar en el crecimiento de Physalis ixocarpa</i>	98
<i>Cultivos asociados como promotores de la micorrización vesículo - arbuscular</i>	99
<i>Efecto del manejo del suelo y la domesticación sobre la raíz e interacciones con hongos micorrizógenos arbusculares en la planta de chaya (Cnidioscolus aconitifolius)</i>	100
Sección 5. Ecología microbiana molecular.....	101
<i>Uso de endófitos fúngicos para inducir la tolerancia a la sequía, insectos plaga y fitopatógenos en el cultivo del algodón y el maíz.....</i>	102
<i>Cambio de uso de suelo de bosques nativos a huertas de aguacate: efectos sobre la transformación de nutrientes del suelo y las comunidades microbianas.....</i>	103
<i>Influencia del genotipo en el ensamble, funcionalidad y fijación de nitrógeno del microbioma asociado al mucilago de las raíces aéreas del maíz Olotón</i>	104
<i>Microbiómica de la rizósfera del Agave cupreata: hacia la búsqueda de bacterias benéficas para el manejo agroecológico</i>	105
<i>MicroAgrobiome: Una plataforma de metagenómica comparativa aplicada al estudio de la presencia de Clavibacter en el microbioma de cultivos mexicanos.....</i>	106
<i>Regulación epigenética en genes de las rutas de biosíntesis de ácido indol-3-acético (IAM e IPyA) en los aislados promotores del crecimiento vegetal, S1-2 APS y S2-2..</i>	107
<i>Respuesta a la fertilización mineral, orgánica y la aplicación del hongo Trichoderma harzianum en las comunidades de hongos del suelo asociadas al cultivo de chile.....</i>	108
<i>Patobioma de Phytophthora cinnamomi en la rizósfera de aguacate</i>	109
<i>Diversidad funcional de bacterias endosimbiontes cultivables de Melipona beecheii .</i>	110
<i>Respuestas bioquímicas y fisiológicas de Sorghum bicolor a los compuestos orgánicos volátiles emitidos por el hongo entomopatógeno Beauveria bassiana</i>	111
<i>Identificación morfológica y genética de ectomicorrizas asociadas a Pinus cembroides subsp. orizabensis en la Cuenca de Oriental, Puebla.....</i>	112
Ponencia clausura	113
<i>Control biológico de enfermedades: Del campo al laboratorio y de vuelta al campo...</i>	114

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos los participantes del **Primer Encuentro Nacional sobre Microorganismos Benéficos para la Agricultura**, cuya entusiasta participación y valiosas contribuciones hicieron posible el éxito de este evento. Su compromiso con la agricultura sostenible y el uso de microorganismos benéficos como herramienta fundamental en este proceso nos inspira a seguir adelante en esta importante labor.

Queremos agradecer especialmente a todas las **instituciones participantes** que hicieron posible la realización de este evento, así como al Secretario de agricultura y Desarrollo Rural Michoacán (SADER-Michoacán), Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (Michoacán), Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (SESAVEG), Instituto de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG), Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Michoacana san Nicolás de Hidalgo, Universidad Veracruzana (UV), Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) y las **empresas de microorganismos benéficos** (Itera, Biokrone, Biobest, BioTech México y Microalgas Oleas de México).

Además, queremos agradecer a los integrantes del **comité científico** (Miguel Nájera Rincón, Daniel Rojas Solís, Antonio González Rodríguez, John Larsen, Sergio de los Santos Villalobos, Gustavo Santoyo, Dora Trejo Aguilar, María Julissa Ek Ramos, Ramón Arteaga Garibay, Roberto Montesinos Matías, Hugo Arredondo Bernal y Yunuen Tapia Torres) y el **comité organizador** (Marcela Sarabia Ochoa, Ana Lidia Sandoval Pérez, Rebeca Vallejo González, Tsiri Díaz) por todos sus esfuerzos para el desarrollo y realización de este encuentro.

Agradecemos también el interés y la participación de los productores, técnicos agrícolas y demás profesionales del sector, cuyo compromiso con la agricultura sostenible es fundamental para el éxito de la integración éxitos de los microorganismos benéficos en la agricultura en México.

Sabemos que el camino hacia una agricultura sustentable está lleno de desafíos, pero juntos podemos lograr grandes avances. Por último, queremos expresar nuestro agradecimiento a todos aquellos que participaron en el encuentro compartiendo conocimiento y nuevas ideas innovadoras para la producción, manejo y regulación de los microorganismos benéficos muy relevante para el futuro de nuestra agricultura.

¡Les agradecemos sinceramente a todos por hacer posible este Primer Encuentro Nacional sobre Microorganismos Benéficos para la Agricultura!

PRÓLOGO

El uso de microorganismos benéficos para la salud y nutrición de los cultivos es una de las prácticas agrícolas clave para la agricultura sostenible con menos impactos ambientales de la producción agrícola.

El Primer Encuentro Nacional sobre Microorganismos Benéficos para la Agricultura reunió a participantes entusiastas de la academia, el sector agrícola, productores de microorganismos benéficos y el sector gubernamental para compartir conocimientos, experiencias y descubrimientos para el uso y manejo sustentable de los microorganismos benéficos en la agricultura en México.

Este encuentro nació de la necesidad de integrar de manera exitosa los microorganismos en la agricultura, y fomentar la interacción y organización entre los diversos actores involucrados en este campo.

Durante estos días de intercambio y aprendizaje, se exploraron las infinitas posibilidades que ofrecen los microorganismos benéficos para mejorar la calidad del suelo, aumentar la productividad de los cultivos y reducir la dependencia de fertilizantes químicos y plaguicidas sintéticos.

Los temas principales del encuentro fueron 1) Colecciones de microorganismos, 2) Bioprospección y modo de acción, 3) Producción, formulación, control de calidad y aplicación, 4) Compatibilidad, uso y manejo, 5) Ecología microbiana molecular y 6) Legislación y análisis de riesgo.

Las conferencias, carteles, mesas redondas y demostrativas de productos comerciales de microorganismos benéficos inspiraron a todos los participantes a seguir explorando nuevas formas de aprovechar el potencial de estos pequeños pero poderosos aliados de la agricultura.

Este libro de memorias recoge las investigaciones y experiencias compartidas durante este encuentro. Esperamos que estas memorias sirvan de inspiración y guía para todos aquellos que buscan promover una agricultura más sostenible, eficiente y respetuosa con el medio ambiente. Que este sea solo el comienzo de una nueva era en la que los microorganismos benéficos se conviertan en protagonistas indiscutibles en la transición agroecológico que el país necesita.

PONENCIA INAUGURAL

Microbios benéficos: la clave para una agricultura sostenible

Trevor A. Jackson*

AgResearch¹; Biocontrol for International Development²

¹AgResearch, Lincoln Research Centre, 1365 Springs Road, Christchurch 8140, New Zealand.

²Biocontrol for International Development, 16 Dyers Pass Rd, Christchurch 8022, New Zealand.

***Autor de correspondencia:** trevor.jackson@agresearch.co.nz;
trevor.jacksonicba@gmail.com

Los microbios benéficos desempeñan un papel fundamental en el avance hacia sistemas agrícolas más sostenibles. Aunque inicialmente se asociaron con enfermedades, cada vez más se reconocen por su papel en la producción de alimentos, la terapéutica y la calidad ambiental. Los microbios benéficos juegan un papel cada vez más importante en la agricultura como simbioses inoculantes, agentes de biocontrol y biofertilizantes, pero para beneficiarnos del mundo microbiano primero debemos comprenderlo. El mundo agrícola de los microbios es extremadamente diverso y puede definirse como varios biomas asociados con el suelo, las plantas y los animales. Diversos microbios han sido aislados de estos biomas y, en algunos casos, seleccionados y "domesticados" para su producción y uso. Potencialmente útiles microbios pueden aislarse de insectos muertos para el desarrollo de biopesticidas o de plantas sanas para bioestimulantes, pero para ser aplicados de manera útil deben convertirse en productos consistentes que satisfagan las necesidades de los agricultores. La producción, formulación y el control de calidad son componentes esenciales para el éxito de un producto que puede utilizarse para apoyar la producción agrícola. Mientras que los microbios benéficos pueden reemplazar algunos productos químicos agrícolas en la producción, es importante que se utilicen para complementar el microbioma natural. El Manejo Integrado de Plagas (MIP) y el Manejo Integrado de Cultivos (MIC) son sistemas de producción en los que se tienen en cuenta todos los componentes. Los microbios benéficos necesitan ser incorporados en función de sus fortalezas y debilidades. Aunque a menudo no pueden proporcionar las respuestas curativas rápidas de algunos sintéticos, los microbios benéficos pueden proporcionar soluciones selectivas, sostenibles y a largo plazo para la agricultura. Se discutirán los avances y las perspectivas.

SESIÓN 1. COLECCIONES DE MICROORGANISMOS

La colección de microorganismos del CNRG y su papel en la seguridad alimentaria

Ramón Ignacio Arteaga Garibay^{1*}

¹Colección de Microorganismos del CNRG, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y pecuarias. Boulevard de la Biodiversidad 400. Col. Rancho las Cruces CP 47600 Tepatitlán de Morelos Jalisco

*Autor de correspondencia: arteaga.ramon@inifap.gob.mx

La Colección de Microorganismos del Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP (CM-CNRG) fue creada para desarrollar la estrategia de conservación de microorganismos de importancia agroalimentaria y actualmente tiene alrededor 2650 accesiones y 5000 unidades de germoplasma de microorganismos (bacterias, virus, cianobacterias, actinomicetos, hongos y levaduras) que han sido clasificado y preservados conforme a las directrices de la FAO en cuatro ámbitos principales que se describen a continuación: 1) Agrícola forestal: microorganismos promotores de crecimiento, productores de metabolitos, control biológico, procesos agroindustriales, entre otros; 2) Pecuario: Probióticos: biorremediación, rumen y microorganismos patógenos; 3) Industria alimentaria: Producción de alimentos, deterioro de alimentos y probióticos; 4) Alimenticios: Hongos comestibles, microalgas y proteína microbiana. En la CM-CNRG se emplean al menos 3 métodos de conservación a largo plazo: liofilización, criocongelación a -80 °C y -196 °C en nitrógeno líquido, entre otros. Para el manejo de la información relacionada se han diseñado bases de datos, colecciones núcleo y colecciones activas para la distribución de cepas tipo y de referencia, así como la documentación relacionada para la legalidad de estos procesos. La infraestructura de la CM-CNRG permite ofertar diversos servicios relacionados con el depósito de microorganismos; incluidos depósitos públicos, restringidos y así como lo establecido en el tratado de Budapest para material biológico sujeto a patente (Tratado de Budapest 2014). La conservación de los recursos genéticos microbianos es una de las alternativas viables para garantizar sus aplicaciones en la agricultura y la alimentación, en este contexto la CM-CNRG ha desarrollado un papel importante en la estrategia de conservación de estos importantes recursos naturales, la visión a futuro incluye: mejorar y optimizar las actividades de conservación, documentación y caracterización entre otras, que permitirá incorporar nuevas accesiones y mejorar los servicios existentes ante el creciente impulso de la ciencia y la tecnología.

Nayarit, ¿qué sabemos sobre las especies de hongos micorrizógenos arbusculares?

Rocío Vega-Frutis^{1*}; Emilio A. Inda-Díaz¹; Claudia Luna-Rosales¹; Santos Carballar-Hernández²

¹Programa Académico de Biología, Universidad Autónoma de Nayarit, Km. 9 Carretera Tepic-Compostela, C.P. 63780 Xalisco, Nayarit.

²Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, Av. Universidad 3000, Lomas de la Universidad, C.P. 59103, Sahuayo, Michoacán.

*Autor de correspondencia: rocio.vega@uan.edu.mx

México concentra ~50% de las especies de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) descritas morfológicamente. Sin embargo, no todas las regiones del país han sido igualmente exploradas. En Nayarit, la convergencia de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico es una zona de transición con alta biodiversidad, y es prioritaria para la conservación del patrimonio natural y cultural (Corredor Biocultural Centro Occidente de México). El primer estudio (2016) de diversidad de HMA en la región se realizó en Cumbres de Huicicila, Nayarit, en bosque mesófilo de montaña, y un cafetal aledaño donde se registraron 10 especies (seis géneros) de HMA. Posteriormente, se realizó un estudio en Tequepexpan, Nayarit, en tres parcelas de café (dos policultivos tradicionales y un cultivo comercial), durante la temporada de secas y lluvias por tres años consecutivos (2019 – 2021). Los resultados mostraron: (i) Una riqueza de 17 especies y 10 géneros similar entre las tres parcelas, probablemente debido a la corta distancia entre ellas, los agroquímicos utilizados, otras plantas presentes, o la resiliencia de las comunidades de hongos. Aunque, hubo mayor riqueza en el policultivo comercial durante la temporada seca, y un patrón opuesto se observó en el policultivo tradicional. (ii) Tres especies fueron dominantes en todas las parcelas, estas especies tienen una amplia distribución en agroecosistemas. (iii) Hubo un incremento en el número de esporas con relación al tiempo (2019: 345, 2020: 393, 2021: 846), probablemente relacionado al tiempo de almacenamiento del suelo, o a la viabilidad de las esporas. (iv) Comparado con el estudio de 2016, tres especies se comparten. Conocer la diversidad y distribución de los HMA es fundamental para su conservación, y podría ayudar en el entendimiento del agroecosistema local y establecer prácticas de agricultura regenerativa.

Colecciones biológicas: Cápsula del tiempo en el Laboratorio de Microbiología de Suelos BUAP

Leticia Gómez Velázquez¹; Lucía López-Reyes¹; Guadalupe Medina de la Rosa¹;
Armando Tapia-Hernández¹; Oscar Felipe Rendon¹; Moisés Carcaño-Montiel^{1*}

¹Laboratorio de Microbiología de Suelos, Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Edificio IC11, Ciudad Universitaria, C.P. 72570, Puebla, México.

***Autor de correspondencia:** moises.carcano@correo.buap.mx

La colección del Laboratorio de Microbiología de Suelos del Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) tiene un amplio acervo microbiano de cientos de microorganismos que incluye diversos géneros y especies de bacterias y hongos. Los organismos que son parte de esta colección son el producto de los trabajos de investigación realizados durante 44 años por el cuerpo académico CA-99. Cada organismo fue aislado e identificado por métodos morfológicos, bioquímicos o moleculares. Se mantienen bajo condiciones de ultracongelación (-80°C) para conservar la estabilidad genética, fisiológica y evitar la pérdida de las características de interés. Las cepas fueron obtenidas de diversas muestras como: 1) plantas de origen silvestre, agrícola y forestal, 2) suelos procedentes de diferentes regiones y cultivos, también de 3) compostas como heno de bovino, lombricomposta, plumas de aves de corral, entre otras. Además, los aislamientos se han caracterizado por diferentes métodos y con intereses específicos como: fijación biológica de nitrógeno, solubilización de fosfatos, síntesis de hormonas, producción de sideróforos, bacteriocinas, enzimas líticas y compuestos orgánicos volátiles. Mecanismos que participan en el control biológico de fitopatógenos, degradación de materia orgánica, promoción del crecimiento, fertilización biológica. Otro grupo importante de microorganismos son hongos y bacterias asociados a enfermedades en cultivos agrícolas y forestales. Esta colección tiene el objetivo de conservar las características de interés de las especies, preservar su supervivencia y favorecer su disponibilidad para futuras investigaciones o su aplicación biotecnológica, para la docencia y la agricultura.

Potencial para el biocontrol de la colección de cepas de *Trichoderma* spp. nativas de Michoacán depositadas en el Cepario Michoacano Universitario

Karla Ivonne González Martínez¹; Ma. Soledad Vázquez-Garcidueñas²; Gerardo Vázquez-Marrufo^{1*}

¹Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Km 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro, Col. La Palma. CP 58893. Tarímbaro, Michoacán, México.

²División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez”, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Av. Rafael Carrillo esq. Dr. Salvador González Herrejón, Col. Cuauhtémoc. CP 58020. Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: gerardo.marrufo@umich.mx

Las aproximadamente 800 cepas de hongos aisladas de distintos ecosistemas del estado de Michoacán con las que cuenta el Cepario Michoacano Universitario (CMU) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) están depositadas en el Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Posta Veterinaria-UMSNH (19°46'12"N, -101°09'00"W), bajo el resguardo del Dr. Gerardo Vázquez-Marrufo. En el CMU-UMSNH se han identificado 39 cepas del género *Trichoderma*, que se encuentran preservadas en agua a 20 °C y mediante ultracongelación (-80 °C). Como códigos de barras de ADN para dichas cepas se cuenta con la secuencia de la región espaciadora interna transcrita (ITS) y del gen del factor de alargamiento de la traducción 1- α (*tef1*). El análisis filogenético asignó 18 cepas a la especie *T. harzianum sensu lato*, 3 a *T. afroharzianum*, 2 a *T. atroviride*, *T. gamsii*, *T. viride*, *T. tomentosum*, *T. koningii* y *T. virens*, y una *T. olivascens*, *T. trixiae*, *T. viridialbum*, *T. bannaense*, *T. erinaceum* y *T. rugulosum*. Todas las cepas de *Trichoderma* muestran capacidad significativa de antagonismo en cultivo dual y de inhibición por metabolitos no volátiles hacia fitopatógenos que atacan cultivos en Michoacán, incluyendo a *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp. y *Phytophthora* spp. Además, 13 de las cepas inhiben con distintos niveles de eficiencia a dichos fitopatógenos mediante la producción de metabolitos volátiles. Las cepas del complejo *T. harzianum* muestran variación genética revelada por la amplificación de regiones repetitivas de ADN (ISSR/BOX/ERIC), así como versatilidad fisiológica, en el crecimiento y conidiación de manera diferencial en 94 fuentes distintas fuentes de C y N. Las cepas de *Trichoderma* spp. del CMU-UMSNH muestran potencial para el control en campo de microorganismos fitopatógenos que atacan cultivos del estado de Michoacán. Se sugiere el uso de cepas locales, para la disminución gradual o sustitución de agroquímicos en la entidad.

Colección de hongos del SENASICA, una fuente de insumos que promueven la sanidad de nuestros vegetales

Roberto Montesinos-Matías^{1*}; Alba P. Suaste Dzul¹; Miguel A. Ayala-Zermeño¹; Angélica M. Berlanga-Padilla¹; Facundo R. Muñiz Paredes¹; Jorge A. Sánchez González¹

¹Departamento de Control Biológico del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico-DGSV-SENASICA-SADER. Km. 1.5 Carr. Tecomán-Estación FFCC Col. Tepeyac, C.P. 28110, Tecomán, Colima, México.

*Autor de correspondencia: montesinosroberto@yahoo.com.mx

La Colección de Hongos del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (CNRCB) es una colección especializada en la preservación de hongos aliados al Control Biológico de plagas y enfermedades. Es única en su tipo y una de las más numerosas en México, su objetivo es asegurar la viabilidad, pureza, estabilidad y trazabilidad de los microorganismos nativos que representan una alternativa para favorecer la agricultura sostenible. Dentro de los objetivos de esta Colección está el garantizar la disponibilidad de microorganismos en el tiempo, y así, contribuir con la conservación de la biodiversidad en el país. La Colección está integrada por más de 1200 aislados de hongos entomopatógenos que incluyen los géneros: *Beauveria*, *Metarhizium*, *Hirsutella*, *Simplicillium*, *Aschersonia*, *Cordyceps* (\equiv *Isaria*), *Purpureocillium*, *Entomophthora*, *Akanthomyces* (\equiv *Lecanicillium*) y *Gibellula*. Recientemente se han integrado cerca de 658 aislados nativos de *Trichoderma* spp. obtenidos de cultivos básicos, como maíz, y de cultivos tropicales, como bananos y plátanos, con el fin de avanzar en la autosuficiencia alimentaria y la prevención de entrada de plagas cuarentenarias. El acervo biológico que resguarda esta colección tiene su origen en el año 1991, sin embargo, fue a partir de 2012, cuando la Colección se consolida a través de la exploración, colecta, conservación e investigación de aislados de hongos de toda la república mexicana, además resguarda importantes cepas de referencia procedentes de la Colección ARSEF (*ARS Collection of Entomopathogenic Fungal Cultures*). El acrónimo que utiliza la colección ante la WDCM (*World Data Center for Microorganisms*) está constituido por las siglas CHE-CNRCB y puede ser consultada en el Catálogo de Especies en el portal, <http://www.gob.mx/senasica/documentos/coleccion-de-hongos-entomopatogenos>), el cual se actualiza periódicamente en el caso de nuevas accesiones y posibles cambios de nomenclatura. En conclusión, el acervo de cepas de todas las entidades federativas que componen esta colección es una fuente de insumos para el desarrollo de programas de control biológico por el gobierno federal, y además de abastecer de aislados mediante la venta a usuarios de laboratorios particulares. Adicionalmente, ha contribuido transfiriendo tecnología para el desarrollo de proyectos de investigación a diversas instituciones educativas nacionales e incluso internacionales, formando recursos humanos especializados en el área de control biológico.

Identificación, mantenimiento y conservación de aislados microbianos promotores de crecimiento vegetal y biocontroladores: construyendo un cepario

Erandi Frutos Hernández¹; Daniel Rojas-Solis¹; Miguel Nájera Rincón²; John Larsen¹; Ana Lidia Sandoval Pérez¹; Antonio González-Rodríguez^{1*}

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, CP. 58190, Morelia, Michoacán, México.

²Campo Experimental Uruapan. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Avenida Latinoamericana 1101. Col. Revolución, C.P. 60150, Uruapan, Michoacán.

*Autor de correspondencia: agrodrig@iies.unam.mx

Los ceparios tienen una gran relevancia académica y comercial por ser colecciones de microorganismos puros, viables y correctamente caracterizados, que permiten salvaguardar los recursos biológicos. El objetivo de LANIES (Laboratorio Nacional de Innovación Ecotecnológica para la Sustentabilidad) es crear un cepario de bacterias con rasgos de promoción de crecimiento y de hongos para el biocontrol en cultivos de plantas de interés comercial. El cepario cuenta con 49 aislados bacterianos (entre ellos se destacan los géneros *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Herbaspirillum*, *Acinetobacter*) y 43 de hongos, (que corresponden a los géneros *Trichoderma*, *Beauveria* y *Metarhizium*). Hasta el momento, los aislados han sido identificados mediante características taxonómicas tradicionales, la identificación molecular se encuentra en proceso. Adicionalmente, para los aislados bacterianos se han evaluado rasgos de promoción de crecimiento vegetal para cada uno de ellos, capacidad de solubilización de fosfato, producción de sideróforos, generación de biofilm y producción de ácido indol-3-acético (AIA). Para los aislados de hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, se ha determinado su capacidad de biocontrol a través de ensayos de patogenicidad y virulencia utilizando los insectos *Galleria mellonella* y *Tenebrio molitor*. En los aislados de *Trichoderma* se han realizado confrontaciones duales con distintos fitopatógenos. En conclusión, esta colección de microorganismos permitirá preservar las características y funciones de los aislados microbianos, y al mismo tiempo, ofrecer una alternativa para la creación de bioinoculantes que contribuya con la transición agroecológica del campo. El acervo de LANIES ha impulsado actividades importantes en la formación de recursos humanos e investigación, a nivel local y nacional, y se espera su expansión y fortalecimiento en el tiempo.

SESIÓN 2. BIOPROSPECCIÓN Y MODOS DE ACCIÓN

El suelo: reservorio invaluable de microorganismos benéficos para una agricultura sostenible

Sergio de los Santos Villalobos^{1*}

¹Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). 5 de febrero 818 sur, col. Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México.

*Autor de correspondencia: sergio.delossantos@itson.edu.mx

Para lograr la sostenibilidad y la rentabilidad agrícola en México, es necesario abordar la degradación del suelo en nuestros sistemas de producción agrícola. Los microorganismos del suelo son clave para la productividad de los agroecosistemas, especialmente aquellos promotores del crecimiento vegetal, ya que potencian su crecimiento y desarrollo, mejoran la adquisición de nutrientes, mitigan el estrés biótico y abiótico, y las protegen contra plagas y enfermedades, incrementando así los rendimientos y calidad de los cultivos.

En este sentido, para conocer las dinámicas y uso agrobiotecnológico de las comunidades microbianas en los agroecosistemas es esencial el aislamiento, la caracterización y la preservación de estos microorganismos en colecciones microbianas. La preservación *ex situ* de esta diversidad permitirá explorar más a fondo la ecología de los microorganismos presentes en los agroecosistemas y salvaguardar su potencial agrobiotecnológico. En este sentido, en 2014 se creó la Colección de Microorganismos Edáficos y Endófitos Nativos (COLMENA), en el Instituto Tecnológico de Sonora. La misión de COLMENA es reducir la pérdida de la diversidad microbiana relacionada con las prácticas agrícolas intensivas en México, a través del aislamiento, preservación, caracterización y afiliación taxonómica de los recursos genéticos microbianos, así como el impacto de la bioaumentación de estos microorganismos para migrar hacia una agricultura sostenible.

Actualmente, COLMENA preserva más de 1600 microorganismos (70% bacterias y 30% hongos) asociados con diversos cultivos de importancia económica para México, tales como trigo, maíz, alfalfa, papa y frijol, cítricos, mango, chile, entre otros. COLMENA se ha especializado en la identificación y caracterización de cepas microbianas con capacidades metabólicas relacionadas con la promoción del crecimiento de las plantas y el biocontrol de enfermedades vegetales. Hasta la fecha, se han analizado más de 400 cepas, entre las cuales se han identificado, por ejemplo, nuevas especies y subespecies del género *Bacillus* cuya inoculación en consorcio al trigo incrementa en 15% el rendimiento de este cultivo, reduciendo en 50% la aplicación del fertilizante nitrogenado. Actualmente, COLMENA desarrolla diversos proyectos de investigación enfocados en estrategias de fermentación y bioformulación de inoculantes microbianos, así como evaluaciones en otros cultivos. Estos proyectos buscan diseñar alternativas que combinen el uso de microorganismos benéficos con el uso reducido de agroquímicos para aumentar el rendimiento de los cultivos, la eficiencia en el uso de nitrógeno y agua por las plantas. Adicionalmente, otros proyectos se centran en identificar los mecanismos metabólicos y moleculares de acción de dichos microorganismos implicados en la promoción del crecimiento de los cultivos y el biocontrol de enfermedades fúngicas, a través de estudios genómicos, evolutivos, metagenómicos, metabolómicos y transcriptómicos.

Efecto de *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento de plantas de jitomate crecidas en presencia de nemátodos fitoparásitos

Hexon Angel Contreras-Cornejo^{1*}; Pablo F. Jaramillo-López¹; Raúl Omar Real-Santillán¹; Alfredo Reyes-Tena²; John Larsen^{1*}

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de la Huerta, 58190 Morelia, Michoacán, México.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Tarímbaro, México.

***Autor de correspondencia:** jlarsen@cieco.unam.mx; hcontreras@cieco.unam.mx

En la rizósfera cohabitan miríadas de microorganismos que participan distintos procesos ecológicos clave que mantienen la funcionalidad del suelo. Varias especies del género de hongos *Trichoderma* son consideradas como saprofitas. Sin embargo, se desconoce cuál es su papel en la modulación del carbono en el suelo. También, poco se conoce sobre el efecto de *Trichoderma* en la fijación de carbono y el metabolismo de las plantas que crecen en presencia de nematodos fitoparásitos que merman la nutrición, crecimiento y productividad vegetal. En este trabajo estudiamos las dinámicas del carbono durante la interacción tripartita entre plantas de jitomate-*Trichoderma harzianum* y una compleja comunidad de nematodos. *T. harzianum* tiene la capacidad de promover el crecimiento y la acumulación de biomasa seca en la raíz y el follaje de plantas de jitomate comparado con las plantas del tratamiento control cultivadas en suelo con presencia de nematodos. Además, se encontró que el hongo tiene la habilidad de suprimir un 75% las poblaciones de nematodos fitoparásitos y modular las concentraciones de sacarosa en los tejidos de la planta, acumulándose principalmente este disacárido en la raíz. La disminución de los nematodos fitoparásitos se correlacionó con alteraciones en la emisión de compuestos volátiles emitidos por el sistema radicular. En ausencia de fitoparásitos, *T. harzianum* estimuló la emisión de o-cymene, (+)-2-carene, α -terpinolene y metil salicilato. Sin embargo, en presencia de fitoparásitos, *T. harzianum* disminuyó la emisión de dichos volátiles, probablemente como parte de un mecanismo de repelencia debido a que los terpenos y MeSA atraen a nematodos fitoparásitos. La intensa actividad de *T. harzianum* durante esta interacción tripartita que se llevó a cabo en el suelo se evidenció por la reducción de las proporciones de C:N, probablemente debido a la captación de compuestos orgánicos que son depositados en la rizósfera y la emisión de CO₂ por la actividad microbiana. Estos resultados muestran nueva información sobre los mecanismos que *T. harzianum* activa en el suelo y en las plantas para suprimir poblaciones de nematodos fitoparásitos.

Bioprospección de inoculantes microbianos para producción climáticamente inteligente de maíz: La evolución del maíz y la ecología de las variedades locales ofrecen pistas

Ilksen Topcu¹; Amanda Quattrone¹; Sanjay Antony-Babu^{1*}; Julio S. Bernal^{2*}

¹Department of Plant Pathology and Microbiology, Texas A&M University, College Station, Texas, USA, 77843.

²Department of Entomology, Texas A&M University, College Station, Texas, USA, 77843.

*Autor de correspondencia: sanjay@tamu.edu, juliobernal@tamu.edu

La teoría evolutiva del holobioma sugiere que los huéspedes y sus microbiomas coevolucionan. Estudios recientes demuestran que la dirección de esta coevolución refleja los cambios en los entornos en que subsisten huéspedes y microbiomas. Resulta fundamental explorar los componentes microbianos dentro del holobioma porque los microbiomas representan recursos genéticos dinámicos, con componentes que pueden ganarse o perderse según las necesidades del huésped. Nuestros estudios exploran cómo la domesticación, una forma de evolución dirigida, afectó la diversidad microbiana del maíz (*Zea mays mays*) en comparación con su ancestro silvestre el teocintle del Balsas (*Zea mays parviglumis*). Bajo condiciones de crecimiento controlado, el maíz exhibió una menor diversidad microbiana y un microbioma central disminuido en comparación con el teocintle, particularmente en la microbiota de la filosfera aérea en comparación con la rizosfera. Estos cambios significan pérdidas importantes de potencial genético causadas por la domesticación. Por otra parte, nuestras investigaciones preliminares sugieren que trasplantes de microbioma de teocintle a variedades mejoradas (endogámicas) de maíz mejoran las defensas y el crecimiento de las plantas. Además, la capacidad del teocintle del Balsas para mitigar la pérdida de nitrógeno mediante la reducción de la nitrificación, un rasgo disminuido con la domesticación, sugiere un potencial significativo para prácticas agrícolas climáticamente inteligentes. La bioprospección en accesiones específicas de teocintle del Balsas y maíces nativos de entornos marginales puede producir inoculantes que modifiquen y optimicen el microbioma del maíz, y mejoren su sostenibilidad ambiental.

Especies de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* promotoras del desarrollo vegetal inducen la biosíntesis de ácido jasmónico y modifican las repuestas vegetales a la herbivoría

Claudia Marina López-García¹; Indira Aranza Rodríguez-Gómez^{1,2}; Yareli Pérez-Bautista¹; Luis A. Villanueva-Espino^{1,3}; Violeta Patiño-Conde¹; Luis E. Ruiz-Guizar¹; Mariel García-Meléndez⁴; Mauricio Quesada-Avedaño¹; Frédérique Reverchon⁴; Ken Oyama Nakagawa¹; Alfonso Méndez-Bravo^{5*}

¹Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México.

²Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

³Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

⁴Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro, Michoacán, México.

⁵CONAHCYT, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: amendezbravo@enesmorelia.unam.mx

Prácticas agrícolas inadecuadas basadas en el uso de agroquímicos y el cambio de suelo han alterado severamente el equilibrio ecológico, conduciendo a una proliferación de microorganismos patógenos que disminuyen la población de polinizadores y comprometen la producción agrícola. El cultivo de *P. americana* (aguacate) es uno de los cultivos más afectados por estas problemáticas, ya que es totalmente dependiente de insectos polinizadores para la producción, la cual además puede verse comprometida hasta en un 90% debido a enfermedades causadas por hongos fitopatógenos como *Colletotrichum gloeosporioides* y *Phytophthora cinnamomi*. Basado en la premisa de que el néctar floral es el medio de interacción entre los polinizadores y el árbol aguacate, y que, de acuerdo a su composición química, el néctar es una solución óptima para el desarrollo de microorganismos, en el presente trabajo se evaluó la actividad antagónica de aislados bacterianos y fúngicos provenientes del néctar floral de aguacate contra *C. gloeosporioides*, *P. cinnamomi* y dos patógenos de abeja (*Ascosphaera apis* y *Paenibacillus larvae*), así como su capacidad para promover el desarrollo vegetal. De acuerdo a ensayos de confrontación directa en condiciones *in vitro*, 20 aislados muestran una inhibición $\geq 20\%$ del crecimiento radial de *C. gloeosporioides* y/o *P. cinnamomi*. Además, en dichos aislados, por lo menos tres de ellos también inhibieron el crecimiento de los patógenos de abeja anteriormente mencionados y promovieron el desarrollo de la planta modelo *Arabidopsis thaliana*. Por lo anterior, estos tres aislados serían buenos candidatos para el control biológico de patógenos de aguacate y abejas, cumpliendo además una función de promoción del desarrollo vegetal, lo cual nos conduciría hacia un manejo más sostenible del cultivo de aguacate.

Control biológico de la secadera causada por *Neopestaloptiosis roseae* en el cultivo de fresa en el valle de Zamora, Michoacán.

Diego F. Orozco Ramos¹; Miguel Ángel Segura Castruita¹; Laura V. Hernández Cuevas¹; Ramón Del Val Díaz²; Juan Florencio Gómez Leyva^{1*}

¹TecNM-Instituto Tecnológico de Tlajomulco. Km 10 Carretera a San Miguel Cuyutlán. CP 45649. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. México.

²CBTA 70-ITS Coalcomán. Av. Tecnológico 371. CP 60840. Coalcomán de Vázquez Pallares, Michoacán. México.

*Autor de correspondencia: juan.gl@tlajomulco.tecnm.mx

Neopestalotiopsis rosae es el principal fitopatógeno causante de la pudrición de raíz, corona y tizones foliares de la fresa, la cual se ha convertido en una limitante para la producción de fresa en Michoacán la cual representó en el 2023 el 60% de la producción nacional. El objetivo del presente trabajo fue, el aislamiento y caracterización a nivel molecular de *N. roseae*, así como el establecimiento de esquemas de control biológico en condiciones de invernadero y campo. Se realizaron aislamientos de fitopatógenos en muestras de tejido vegetal de fresa en los diferentes municipios del valle de Zamora, Zinapécuaro y Maravatío, así como de organismos benéficos como *Trichoderma* sp. y micorriza arbuscular en suelo de cultivo. Se identificó la presencia en tejido foliar, corona y raíz de *Macrophomina* sp., *Collectotrichum* sp., *Botrytis* sp., y mediante claves taxonómicas y secuenciación de la región ITS y FE1 α a *Neopestalotiopsis rosae*. Se encontró una relación positiva en el porcentaje de colonización micorrízica en plantaciones comerciales con menor incidencia de fitopatógenos. En condiciones de invernadero la aplicación de micorriza incrementó el contenido de NO₃⁻, K⁺, Ca²⁺, así como clorofila total en tejido foliar, y un mayor contenido de polifenoles totales y flavonoides en fruto aún en presencia de *N. roseae*. En condiciones de campo se establecieron las variedades Santa María y Sayula con aplicación de *Trichoderma* sp. y un consorcio de micorriza arbuscular mas un tratamiento con producción convencional a base de fungicidas químicos en un arreglo por bloques al azar con tres repeticiones en tres localidades: Jacona, Zamora, y Maravatío. Al final del ciclo se evaluaron los sólidos Solubles totales (SST), acidez titulable (AT), firmeza, Evaluación sensorial (ES), Determinación del % de colonización de HMA en plantas de fresa inoculadas (CPF), Producción de fresa por hectárea (PF) e Incidencia de *N.roseae* (INP), todas las variables fueron mejoradas significativamente por efecto de los biológicos aplicados, con una disminución significativa en el uso de fungicidas químicos, lo que representa un avance importante en el control biológico con evidencias en plantaciones comerciales para una de las enfermedades de gran importancia para los productores de fresa a nivel nacional como *N. roseae*.

Bacterias asociadas a *Solanum lycopersicum*, con potencial de promoción de crecimiento vegetal y actividad antagonista contra microorganismos patógenos de plantas

Raymundo Tapia-Anguiano¹; Fernando Uriel Rojas-Rojas²; Brenda Román-Ponce^{1*}

¹Laboratorio de Biotecnología, Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Morelos, México.

²Laboratorio de Ciencias AgroGenómicas, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León Blv. UNAM #2011, Predio El Saucillo y, Comunidad de los Tepetates, El Potrero, 37684 León, Gto., México.

*Autor de correspondencia: broman@upemor.edu.mx

En los últimos años la producción de cultivos agrícolas ha disminuido significativamente como resultado del deterioro de los suelos, enfermedades causadas por diversos microorganismos, y el cambio climático. En este estudio, se evaluó la capacidad de bacterias aisladas de plantas de tomate resistentes a la marchitez bacteriana para generar metabolitos que promueven el crecimiento vegetal y ofrecen protección contra microorganismos patógenos de plantas. La producción de sideróforos se analizó en medios CAS-AGAR, examinando 68 aislados. Se seleccionaron siete aislados con los mejores índices de producción de sideróforos de 0.79 ± 0.44 a 4.4 ± 2.17 . Mediante la secuenciación de genomas completos, se identificaron los aislados como *Enterobacter* sp. (MTHS1.1 y MTHS1.6), *Chryseobacterium phospatilyticum* MNHL2.1, *Chryseobacterium* sp. MNSL-1, *Pseudomonas oryziphila* MNHRz.3, *Pseudomonas* sp. MNHS-2 y *Delftia acidovorans* MNHRz-2. Se evaluó la producción de ácido indol-3-acético usando reactivo de Salkowski, producción de poliaminas y solubilización de fosfatos en medios LAD y NBRIP respectivamente. Además, se investigó la capacidad antagónica *in vitro* de las siete bacterias contra *Rasltonia solanacearum* y microorganismos filamentosos. *Chryseobacterium phospatilyticum* MNHL2.1, *Chryseobacterium* sp. MNSL-1, *Delftia acidovorans* MNHRz-2 y *Pseudomonas* sp. MNHS-2 producen metabolitos que participan en la inhibición de cinco cepas de *R. solanacearum*. Mientras que *Delftia acidovorans* MNHRz-2 presenta un amplio espectro antagónico, que incluye diferentes tipos de microorganismos, entre ellos *Fusarium oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Fusarium verticillioides*, *Phytophthora capsici*. Sin embargo, *D. acidovorans* MNHRz-2 y *Pseudomonas* sp. MNHS-2 no presentaron efectos significativos en la promoción del crecimiento de *S. lycopersicum*, por su parte *D. acidovorans* MNHRz-2 y *Chryseobacterium* sp. MNSL-1 no fueron capaces de proteger las plantas infectadas con *R. solanacearum* AN721P4 en las condiciones evaluadas.

Bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) modulan la expresión de genes que codifican para efectores de *Trichoderma atroviride*, mejorando su capacidad antifúngica y promotora del crecimiento vegetal

Paulina Guzmán Guzmán^{1*}; Eduardo Valencia Cantero¹; Gustavo Santoyo¹

¹Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Gral. Francisco J. Múgica S/N, 58030, Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: paulina.guzman@umich.mx

Trichoderma utiliza diferentes moléculas para establecer comunicación durante sus interacciones con otros organismos, como las proteínas efectoras. Los efectores modulan la fisiología de las plantas para colonizar las raíces, o mejoran la capacidad micoparasítica de *Trichoderma*. En el suelo, estos hongos pueden establecer relaciones con bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB), afectando así sus beneficios generales sobre la planta o sobre su presa fúngica y, posiblemente, el papel de las proteínas efectoras. En este trabajo se determinó la expresión de tres genes de *Trichoderma atroviride* que codifican para proteínas efectoras (*epl1*, *tacfem1* y *tatrx2*), durante la interacción de este hongo con diferentes bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) y en confrontación con el hongo fitopatógeno *Fusarium brachygibbosum* y la planta *Arabidopsis thaliana*, esto con la finalidad de determinar si la presencia de PGPBs potencia la respuesta antifúngica o los efectos benéficos de *T. atroviride*. Durante la interacción con *F. brachygibbosum* y PGPBs, los genes *epl1*, *tatrx2* y *tacfem1*, incrementan su expresión, mientras que, durante la interacción con la planta y PGPBs, los genes *epl1* y *tatrx2* incrementan su expresión, particularmente en presencia de las PGPBs *Pseudomonas fluorescens* UM270, *Bacillus velezensis* AF12 y *Bacillus halotolerans* AF23. Adicionalmente, el consorcio formado entre *T. atroviride*-*Rouxiella bandensis* SER3 presentó un mayor efecto inhibitorio del crecimiento de *F. brachygibbosum*, mientras que el consorcio formado entre *T. atroviride*-*P. fluorescens* UM270 fue mejor para promover el crecimiento vegetal. Estos resultados muestran que la capacidad de biocontrol y de promotor del crecimiento vegetal de *Trichoderma* pueden ser potenciadas por PGPBs, modulando la actividad de proteínas efectoras.

Caracterización bioquímica del hongo endófito inducible *Lewia* sp.

Caliope Mendarte-Alquisira^{1*}; Alejandro Alarcón¹

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

*Autor de correspondencia: cma.asgmc@gmail.com

Lewia sp. (Pleosporales) es un hongo endófito aislado a partir de la germinación de semillas de *Festuca arundinacea* e inducible en plantas de esta especie, en condiciones *in vitro*. Este hongo promueve el crecimiento vegetal de *F. arundinacea*, sin embargo, se desconocía cuál es el mecanismo por el que *Lewia* sp. promueve este crecimiento. Por lo anterior, el objetivo del presente consistió en caracterizar bioquímicamente al hongo *Lewia* sp. Para ello, se tomaron discos de 5 mm con micelio crecido (7 días) en agar papa dextrosa, y se inocularon en medios de cultivo sólidos para determinar la solubilización de fosfato inorgánico (medio Pikovskaya), la producción de sideróforos (medio CAS -Cromo Azurol S-), y ácido indolacético (medio Luria-Bertani suplementado con triptófano). Además, el micelio se inoculó en tubos con medio semisólido para la determinación cualitativa de la fijación de nitrógeno (NFb). Los resultados cualitativos muestran que *Lewia* sp. es capaz de producir ácido indolacético y sideróforos; sin embargo, no solubiliza fosfato inorgánico ni fija nitrógeno molecular, en este caso disminuye (acidifica) el pH del medio NFb. La producción de las sustancias mencionadas puede potencialmente contribuir en el crecimiento vegetal. En conclusión, la producción de ácido indolacético y sideróforos podría ser el mecanismo por el que *Lewia* sp. favorece el crecimiento de *F. arundinacea*.

Fijadores de nitrógeno en leguminosas forestales de Costa Rica

Keilor Rojas-Jimenez^{1*}; Jéssica Morera-Huertas¹; Marianne de Bedout¹; Beatriz Rivera¹; Valery Nuñez; Andrés Zúñiga²; Jose Molina-Mora³; Laura Solís-Ramos¹; Mario Blanco-Coto¹; Oscar J. Valverde-Barrantes⁴

¹Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

²Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

³Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

⁴Department of Biological Sciences, International Center for Tropical Biodiversity, Florida International University, Miami, FL, 33199, USA.

*Autor de correspondencia: keilor.rojas@ucr.ac.cr

La fijación biológica de nitrógeno contribuye significativamente al éxito de las leguminosas en ambientes tropicales. En este estudio, investigamos las relaciones simbióticas entre leguminosas y rizobios en 109 especies tropicales. Evaluamos la presencia de nódulos radiculares en 72 géneros de cuatro subfamilias de Fabaceae, que abarcan el 53% de los géneros en Costa Rica y aproximadamente el 9,8% a nivel mundial, incluyendo varias especies amenazadas. Nuestro análisis reveló nódulos radiculares en el 78% de las especies pertenecientes a sólo dos subfamilias: Caesalpinioideae (67%) y Papilionoideae (84%). Más importante aún, formulamos un modelo predictivo para la nodulación en leguminosas, con el color de la raíz fina y la simetría de la flor como predictores. Las plantas noduladoras presentaron sistemáticamente mayores niveles de N en los tejidos, raíces finas y una marcada influencia filogenética en la nodulación a nivel de clado. Identificamos con éxito los géneros bacterianos asociados a todas las leguminosas nodulantes mediante la integración de técnicas dependientes e independientes del cultivo. La subfamilia Caesalpinioideae estableció relaciones simbióticas con diez géneros rizobianos, mientras que Papilionoideae se asociaron sólo con cuatro. *Bradyrhizobium* resultó ser el simbiote predominante en los nódulos de Fabaceae, mientras que *Rhizobium*, *Mesorhizobium*, *Agrobacterium*, *Paraburkholderia* y *Cupriavidus* mostraron un rango de hospedadores más restringido. Además, el análisis genómico sugiere que 15 de las 22 cepas rizobianas secuenciadas pueden representar nuevas especies. Nuestro trabajo destaca por la inclusión de un conjunto diverso de leguminosas forestales tropicales y contribuye significativamente a la comprensión de las diferentes dimensiones que comprenden las relaciones entre leguminosas y rizobios.

Evaluación fisiológica y antagonista de una nueva cepa de *Trichoderma atroviride*

Karla Ivonne González Martínez¹; Ma. Soledad Vázquez-Garcidueñas²; Gerardo Vázquez-Marrufo^{1*}

¹Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Km 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro, Col. La Palma. Tarímbaro, Michoacán, México. CP 58893.

²División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez”, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Av. Rafael Carrillo esq. Dr. Salvador González Herrejón, Col. Cuauhtémoc. Morelia, Michoacán, México. CP 58020.

*Autor de correspondencia: gerardo.marrufo@umich.mx

Se caracterizó a la cepa CMU-08 de *Trichoderma atroviride* nativa de Michoacán, perteneciente al Cepario Michoacano Universitario de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. La cepa CMU-08 creció y conidió eficientemente entre 16 y 32 °C y a condiciones de pH entre 4 y 9, antagonizando eficientemente a distintas cepas de seis especies de hongos y oomicetos fitopatógenos. Los mecanismos de antagonismo de la cepa CMU-08 incluyeron el ataque directo en cultivo dual (micoparasitismo), así como la antibiosis por inhibición del crecimiento mediante metabolitos volátiles (VOCs) y no volátiles, variando de acuerdo con el fitopatógeno de prueba. Los filtrados extracelulares (FECs) recuperados de cultivos líquidos de la cepa CMU-08 en condición basal e inducida con paredes celulares de *Botrytis cinerea* inhibieron significativamente el crecimiento de la misma cepa del fitopatógeno a una concentración de 750 µg/mL. Los FECs de ambas condiciones de cultivo disminuyeron en un 24-34% el daño foliar causado por *B. cinerea*, en ensayo en hojas de jitomate. Los VOCs producidos por la cepa CMU-08 disminuyeron el daño hasta en un 50% en el mismo tipo de ensayos. La cepa CMU-08 no mostró actividad enzimática basal de quitinasa extracelular, pero esta se indujo significativamente en cultivos inducidos con paredes celulares *B. cinerea* (1941.127 mU mL⁻¹) y *Fusarium* sp. (2979.864 mU mL⁻¹). Cuatro genes codificantes de quitinasas extracelulares (*chit33*, *chit36*, *ech42* y *locus 217415*) mostraron diferentes dinámicas de regulación transcripcional durante la confrontación en cultivo dual entre la cepa CMU-08 con *B. cinerea* y *Fusarium* sp., variando de acuerdo con el fitopatógeno y la etapa de interacción. La cepa CMU-08 muestra versatilidad fisiológica y emplea mecanismos de antagonismo diferenciales hacia distintas especies de microorganismos fitopatógenos, por lo que es una buena candidata para el desarrollo de un producto de biocontrol para su aplicación en campo.

Agradecimientos: Este trabajo se desarrolló gracias al apoyo del Programa de Investigación CIC-UMSNH 2024 y del ICTI-Michoacán, con el proyecto ICTI-PICIR23-120.

Evaluación del efecto de la cianobacteria *Nostoc* sp. como un inoculante biológico e inductor de la germinación en Maíz (*Zea mays*), Cebolla (*Allium* sp.) y Rábano (*Raphanus sativus*)

Elvia García Lopez²; Silvano Ivan Molina García¹; Edgar Rodríguez Reyes¹; Diana Lidia Guillen Ruiz^{1*}

¹Microalgas Oleas de México S.A. de C.V. Parque Tecnológico ITESO, Calle independencia N°. 1018, Int. 101, Colonia Parques del Bosque, C.P. 45609, San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, México.

²Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca, Av. Universidad S/N San Pablo Huixtepec, C.P. 71265, Zimatlán, Oaxaca, México.

***Autor de correspondencia:** diana.guillen@microalgasoleas.com.mx

El uso de *Nostoc* sp. como inoculante biológico ha sido investigado en diversos estudios debido a sus beneficios ecológicos y agrícolas, se ha mostrado potencial para la restauración de suelos. Además, *Nostoc* aumenta los niveles de carbono y nitrógeno en el suelo, mejorando su fertilidad y estructura, también puede funcionar como un biofertilizante efectivo, por la fijación de nitrógeno atmosférico, incrementando la germinación y el desarrollo de plántulas. Este estudio se llevó a cabo en Microalgas Oleas de México S.A. de C.V., con el objetivo de evaluar la efectividad de *Nostoc* sp. en la mejora de suelos, la germinación de semillas de *Zea mays*, *Allium* sp. y *Raphanus sativus*, y el desarrollo vegetativo de esta última. El microorganismo *Nostoc* utilizado es parte de la línea de productos comerciales agrícolas de la empresa. Los datos se obtuvieron en laboratorio, se midió: pH, la salinidad, conductividad y nutrientes del suelo, además del porcentaje de germinación en semillas. Se utilizaron procedimientos estándar para observar el crecimiento y desarrollo de las plantas bajo condiciones controladas. El presente trabajo ha obtenido resultados satisfactorios en la aplicación de *Nostoc* a suelos dañados, en particular, se observó un aumento del nitrógeno y un incremento considerable de nutrientes en los suelos, mejorando su fertilidad y estructura. El tratamiento de semillas con *Nostoc* promovió la germinación de estas. La mejora de la calidad fisicoquímica del suelo está relacionada a los exopolisacáridos que excreta *Nostoc* al medio donde se está desarrollando. El uso de *Nostoc* como inoculante biológico no solo mejora la calidad del suelo, sino que también favorece la germinación y el desarrollo de plantas. Estos resultados han mostrado que *Nostoc* es viable comercialmente para la agricultura sostenible, destacando su importancia en la restauración de suelos degradados y su potencial para mejorar la productividad agrícola de manera ecológicamente responsable.

Caracterización de bacterias nativas como promotoras del crecimiento vegetal aisladas de la rizósfera de maíz criollo en Ocampo, Michoacán

Viviana Melgoza Esparza¹; Josué Altamirano Hernández¹; Eduardo Valencia Cantero¹; Lourdes I. Macías Rodríguez¹; Homero Reyes de la Cruz¹; Alfonso Luna Cruz^{2*}

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Avenida Universidad s/n-Edif. B-1, Ciudad Universitaria, 58040 Morelia, Mich.

²Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas CONAHCYT-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

*Autor de correspondencia: alfonso.luna@umich.mx

La inoculación de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en cultivos de interés agrícola como el maíz criollo constituye una alternativa económica y ambientalmente amigable a la fertilización química. Por tanto, este trabajo tuvo como objetivo caracterizar microorganismos nativos de la rizósfera de maíz criollo procedentes de parcelas agrícolas en Ocampo, Michoacán. Para ello, se realizó un aislamiento a partir de suelo rizosférico y se seleccionaron distintas colonias de las que se obtuvieron los aislados bacterianos B16, B44, B55 y B66. Posteriormente, se realizó un análisis cualitativo de pruebas de caracterización bioquímica: fijación biológica de nitrógeno (FBN), solubilización de fosfatos y calcio. Los aislados B16 y B44 mostraron resultados positivos para solubilización de fosfatos y calcio, B66 presentó actividad para fijación de nitrógeno y solubilización de calcio; y, por último, B55 mostró resultados positivos únicamente en fijación de nitrógeno. Un ensayo positivo de FBN se observa cuando el medio de cultivo cambia de color verde a azul (siendo azul positivo para fijación), mientras que para solubilización de fosfatos y solubilización de calcio se observa la presencia de halos de solubilización alrededor de las colonias, en los que, cabe resaltar, los aislados bacterianos B16 y B66 presentaron los mayores halos de solubilización para los ensayos de fósforo y calcio con medidas de 2.0 cm y 1.0 cm, respectivamente. A continuación, se cuantificó el nitrógeno fijado, así como el fósforo y el calcio solubilizado por cada aislado. En donde el aislado B55 mostró el mayor valor de fijación biológica de nitrógeno con 14.4 µg/mL de NH₄; respecto a la solubilización de fósforo y calcio los aislados B16 y B66 fueron los mejores con valores de solubilización de 12 µg/mL KH₂PO₄ y 817.6 µg/mL CaCO₃, respectivamente, lo cual los convierte en potenciales alternativas a la fertilización química como bioinoculantes.

Evaluación de la actividad antagónica *in vivo* de metabolitos secundarios de *Trichoderma* spp. contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*)

Oswaldo Sifuentes Martínez^{1*}; Elan Iñaky Laredo Alcalá¹; Marco Antonio Tucuch Pérez¹; Sendar Daniel Nery Flores¹; Cynthia Lizeth Barrera Martínez¹; Mayela Govea Salas¹; Julia Cecilia Anguiano Cabello²; Roberto Arredondo Valdés^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México, 225.

²Universidad La Salle, Saltillo, Coahuila, México, 25298.

*Autor de correspondencia: r-arredondo@uadec.edu.mx;
osvaldo_sifuentes@uadec.edu.mx

Se evaluó la actividad antagónica *in vivo* contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL) en plantas de tomate bajo condiciones de invernadero, utilizando metabolitos secundarios producidos de manera individual y en sinergia de dos especies de *Trichoderma* spp. con el objetivo de proporcionar un efecto de biocontrol en el fitopatógeno. Las cepas de *Trichoderma* spp. se obtuvieron del suelo de cultivos de tomate de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Se empleó un diseño completamente aleatorizado con seis tratamientos y tres réplicas para cada uno: 1) Metabolitos Secundarios de *T. harzianum*, 2) Metabolitos Secundarios de *T. yunnanense*, 3) Metabolitos Secundarios de *T. harzianum* y *T. yunnanense* en conjunto, 4) Testigo Comercial (Trichobiol 1.5 L/ha), 5) Testigo Inoculado (1×10^5 esporas de FOL /mL), y 6) Testigo Absoluto. Se evaluaron variables morfológicas de las plantas (altura, diámetro del tallo, número de folíolos, clorofila, longitud de raíces, y peso húmedo y seco de parte aérea y raíz), así como la incidencia y severidad de FOL.

Se observaron diferencias significativas en el tratamiento con los metabolitos secundarios en conjunto de ambas especies de *Trichoderma* spp., en comparación con el resto de los tratamientos, al presentar un menor porcentaje de incidencia y severidad de FOL en las plantas. Además, este mismo tratamiento mostró diferencias estadísticas frente a los tratamientos de los metabolitos secundarios individuales en cuanto a la actividad estimuladora de crecimiento, aumentando el número de folíolos, el diámetro y el peso seco de las plantas. Asimismo, presentó un comportamiento similar al testigo comercial en contenido de clorofila y altura de las plantas. En conclusión, el tratamiento con metabolitos secundarios de *Trichoderma* spp. en sinergia demostró ser más efectivo al presentar una mayor actividad antagónica contra FOL en plantas de tomate bajo condiciones de invernadero.

Comunidades bacterianas presentes en el mucigel de raíces adventicias aéreas del maíz Olotón blanco de la Sierra Mixe de Oaxaca

Orlando Catalán-Barrera¹; Ronald Ferrera-Cerrato¹; Alejandro Alarcón^{1*}; César San Martín-Hernández²; Laura Verónica Hernández-Cuevas³

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

²Fertilidad de Suelos, Postgrado de Edafología, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco km 36.5. Montecillo, 56230, Estado de México, México.

³Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tlajomulco. Carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán, Cto. Metropolitano Sur, 45640, Jalisco, México.

*Autor de correspondencia: aaalarconcp@gmail.com

El maíz es el cultivo con mayor producción a nivel mundial, en sus órganos vegetales tiene asociaciones microbianas importantes. En el sur de México se cultiva la variedad criolla Olotón con alto crecimiento y rendimiento, sus raíces adventicias aéreas producen mucilago que es un nicho especial para la proliferación de bacterias. Este trabajo aisló bacterias a partir del mucilago de raíces adventicias aéreas de maíz Olotón, y evaluó sus propiedades bioquímicas relacionadas con la promoción del crecimiento vegetal. El aislamiento se realizó a través del procedimiento de diluciones seriadas en muestras de mucilago obtenido de plantas sin fertilización con nitrógeno (N), y de otras dos parcelas con aplicación de 60 kg N ha⁻¹ y 120 kg N ha⁻¹. Los medios de cultivo utilizados fueron para bacterias totales agar nutritivo (AN), y NFB y Rennie para bacterias fijadoras de N, y las pruebas bioquímicas fueron potencial de la fijación de N en medio NFB semisólido, solubilización de fosfatos, y producción de fitohormonas (indoles totales). Los resultados muestran una abundante cantidad de bacterias presentes en el mucilago; el mayor número de unidades formadoras de colonias (UFC) se presentó en plantas con aplicación de 120 kg N ha⁻¹ con valores de 72x10⁶ UFC mL⁻¹ en AN, 56x10⁶ UFC mL⁻¹ en NFB, y 59x10⁶ UFC mL⁻¹ en Rennie; en contraste, los valores más bajos se registraron en las parcelas sin aplicación de N con 16x10⁶ UFC mL⁻¹, 18x10⁶ UFC mL⁻¹, y 12x10⁶ UFC mL⁻¹, respectivamente. El 90% de las cepas bacterianas aisladas fueron positivas para la producción de fitohormonas, el 50% para la fijación de N, y 20% para la solubilización de fosfatos. Las bacterias del mucilago del maíz Olotón tienen capacidades potenciales para promover el crecimiento vegetal, y son una alternativa factible para su uso biotecnológico.

Agradecimientos: A Conahcyt por el financiamiento del proyecto 317032 “Protección de la propiedad intelectual social del carácter Fijación Biológica de Nitrógeno del maíz Olotón y aprovechamiento en la seguridad y soberanía alimentaria de México”.

Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal albergadas en el maíz nativo Palomero Toluqueño

Karina Salcedo-Vite^{1*}; Ronald Ferrera-Cerrato^{1*}; Sandra Cortés-Pérez¹; Alma Lili Cárdenas-Marcelo²; Alejandro Alarcón¹

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

²Sin afiliación institucional.

*Autor de correspondencia: rferreracerrato@gmail.com; karinasalcedovite@gmail.com

El Maíz Palomero Toluqueño (MPT, *Zea mays* everta) es una raza antigua y nativa de México, preservada por agricultores de los pueblos indígenas Otomí-Ñátho y Mazahua, que habitan en la región centro-oeste del Estado de México. La planta de MPT es corta (aproximadamente, 1.7 m) y produce mazorcas cortas y cónicas con muchas hileras de semillas; estas últimas son pequeñas, puntiagudas, duras y pueden formar palomitas cuando se exponen al calor. Si bien, las características del grano del MPT no son ideales para la elaboración de tortillas (su principal forma de consumo), los agricultores lo han preservado en virtud de su adaptación a las condiciones ambientales de las tierras altas del centro de México (2200-2800 msnm), por su maduración temprana (se utiliza como maíz de resiembra) y por tradición familiar. En este estudio se detectó que la combinación de factores predominantes en las parcelas de conservación *in situ* del MPT (como la planta de MPT, propiedades físicas y químicas del suelo, condiciones ambientales y prácticas de cultivo), genera nichos ecológicos únicos que albergan bacterias con actividades promotoras del crecimiento vegetal (APCV). A partir de muestras compuestas de suelo rizosférico de MPT de tres parcelas de conservación *in situ*, usando métodos dependientes de cultivo, se recuperaron 73 cepas bacterianas correspondientes a los phyla Actinobacteria, Proteobacteria, Firmicutes y Bacteroidetes. De éstas, el 82% de las cepas evaluadas *in vitro*, fueron positivas por lo menos, a una APCV, solubilización de fosfato inorgánico, producción de sideróforos o producción de indol-3-acético. Adicionalmente, se identificaron 10 cepas de los géneros *Advenella*, *Enterobacter*, *Pseudarthrobacter*, *Pseudomonas*, *Raoultella* y *Serratia*, capaces de realizar las tres APCV evaluadas, por lo que son potencialmente útiles para la agricultura. Estos resultados denotan la importancia a la preservación *in situ* de los maíces nativos, los cuales son fuente de germoplasma y recursos biológicos para dirigirlos a una agricultura sustentable. Cabe mencionar que, hasta nuestro conocimiento, esta es la primera investigación dirigida al estudio de microorganismos benéficos asociados al MPT.

Aislamiento, caracterización taxonómica y efecto de bacterias que solubilizan fosfato en el crecimiento y desarrollo de *Arabidopsis thaliana*

José López-Hernández¹; Jesús Salvador López Bucio¹; José López-Bucio^{1*}

¹Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edificio B3, Ciudad Universitaria, C. P. 58030, Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: jbucio@umich.mx

Las bacterias han convivido y ayudado a la sobrevivencia de las plantas durante millones de años, permitiendo su adaptación a entornos desafiantes mediante la solubilización de nutrientes, la modificación del sistema radicular y la modulación del estatus hormonal del huésped. En este trabajo aislamos y caracterizamos 10 cepas bacterianas en función de su alta capacidad para solubilizar fosfato de calcio. Al realizar la caracterización molecular se encontró que 9 de las 10 cepas pertenecieron al género *Pseudomonas* y podían agruparse dentro de 6 especies, *P. brassicae*, *P. baetica*, *P. laurylsulfatiphila*, *P. chlororaphis*, *P. lurida* y *P. extremorientalis*. También se identificó una cepa de *Solibacillus isronensis*, que se mantuvo neutral al interactuar con las raíces de *Arabidopsis* la cual pudimos usar como control de inoculación. Al realizar los experimentos de interacción de plántulas de *Arabidopsis* con estrías de los aislados bacterianos *in vitro* encontramos que las propiedades de fitoestimulación de las bacterias diferían en gran medida, ya que *P. brassicae* y *P. laurylsulfatiphila* incrementan la biomasa aérea y radicular, mientras que las otras especies inhiben el crecimiento. La mayoría de los aislados, con excepción de *P. chlororaphis*, promovieron la formación de raíces laterales. Tanto *P. chlororaphis* como *P. lurida* aumentaron la expresión del gen de respuesta a auxinas *DR5:GUS* en las raíces mientras que la bacteria más probiótica *P. brassicae* no lo hizo. La expresión de la línea reportera del ciclo celular *CYCA3:GUS* fue inhibida en las plantas inoculadas con *P. chlororaphis*, pero no con la bacteria promotora del crecimiento vegetal *P. brassicae*. La inoculación de *P. brassicae* y *P. lurida* mejoró el crecimiento de brotes y raíces en un medio suplementado con fosfato de calcio como única fuente de fósforo. En conjunto, nuestros resultados indican el alto potencial de *P. brassicae* como un bioestimulante agrícola.

Inhibición del crecimiento micelial de hongos fitopatógenos por compuestos orgánicos volátiles (VOCs) producidos por un consorcio microbiano

Jesús Andrei Rosales Castillo^{1*}; Ariel Cruz Triana¹; Elisa Talancón Sánchez¹; Douglas Rodríguez Martínez¹

¹AliBio Science, Carretera Querétaro-Tequisquiapan Km 17+500, Col. Loma de la Griega, 76249, El Marqués, Querétaro, México.

*Autor de correspondencia: jrosales@alibio.com.mx

Las plantas y microorganismos (hongos y bacterias) producen metabolitos gaseosos llamados compuestos orgánicos volátiles (VOCs), que debido a sus propiedades químicas pueden difundirse a través del agua, la atmósfera y el suelo. Los VOCs desempeñan funciones ecológicas importantes como atracción, biocontrol, comunicación y señalización entre diversos microorganismos. Los VOCs, bajo condiciones de competencia entre microorganismos, son importantes para la antibiosis. En el trabajo se evaluaron los efectos de los VOCs producidos por un consorcio microbiano sobre la inhibición del crecimiento micelial (ICM) de *Rhizoctonia* sp., *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp., *Colletotrichum acutatum*, *Alternaria alternata*, *Neopestalotiopsis* sp. y *Lasiodiplodia* sp., aislados de cultivos de berries. Para ello se usaron placas Petri de dos compartimentos. En un compartimento se sembró el fitopatógeno en medio PDA y en el otro el consorcio microbiano en medio LBA, aplicando diferentes volúmenes del cultivo microbiano (20, 40 y 100 µL) en estriado y en gotas. Se realizaron dos repeticiones cada una por triplicado; los datos fueron sometidos a un ANOVA acoplada a una prueba de Tukey. Los porcentajes de ICM más altos, tanto en gotas como en estrías, se observaron en *Lasiodiplodia* sp. (68.99 y 69.26%, respectivamente). Los porcentajes de ICM más bajos se observaron en *Botrytis cinerea* (4.22%) al aplicar 20 µL del consorcio en gotas, mientras que en estrías el porcentaje más bajo de ICM se obtuvo para *Rhizoctonia* sp. (10.11%). Los resultados sugieren que el uso de este consorcio microbiano como agente de control biológico podría ser una estrategia prometedora, ya que tiene la capacidad de inhibir el crecimiento de hongos fitopatógenos por medio de la producción de VOCs, lo que debe ser evaluado y validado *in vivo*.

Prospección de bacterias rizosféricas y endófitas del maíz tunicado con potencial para la promoción de crecimiento vegetal y mitigación del estrés hídrico

Geovanny Rivera-Hernández^{1*}; Ronald Ferrera-Cerrato¹; Alejandro Alarcón^{1*}

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

*Autor de correspondencia: gerihe3084@hotmail.com; aaalarconcp@gmail.com

El maíz tunicado es una variedad local de fenotipo exótico, conservado exclusivamente por la comunidad de Ixtenco-Tlaxcala, ubicado en el altiplano central mexicano. Esta investigación aisló e identificó rizobacterias y bacterias endófitas presentes en el maíz tunicado, así mismo exploró su potencial biotecnológico en términos de la caracterización de rasgos fisiológicos relacionados con la promoción del crecimiento vegetal (PCV) y con tolerancia a estreses bióticos y abióticos. Se realizaron aislamientos bacterianos a partir de suelo rizosférico y de tejidos. Posteriormente, se evaluó la capacidad de PCV y de osmotolerancia mediante ensayos *in vitro* que incluyeron la solubilización de fosfatos, la capacidad para crecer en medio libre de nitrógeno (N), la producción de auxinas (indoles totales), la producción de ácido cianhídrico, la producción de enzimas líticas de interés biotecnológico, el antagonismo a un patógeno fúngico, y el crecimiento en medios con alta presión osmótica (1 M NaCl, y 20% del agente desecante PEG⁶⁰⁰⁰). Se aislaron 25 cepas rizosféricas y 14 cepas endófitas de los géneros *Pseudomonas*, *Herbaspirillum*, *Arthrobacter*, *Chryseobacterium*, *Microbacterium*, *Ochrobactrum*, *Sphingobium* y *Rhizobium*, y que fueron seleccionadas como candidatas para su uso como bioinoculantes por exhibir múltiples rasgos de PCV y osmotolerancia. La evaluación del potencial como PCV se realizó en plantas de maíz en condiciones de invernadero bajo limitación de N. La cepa *Rhizobium grahamii* CPO E3-24 produjo incrementos significativos en los parámetros relacionados con el crecimiento de las plantas, seguido de las cepas *Sphingobium fuliginis* CPO E5-15, *Neorhizobium huautlense* CPO E1-7, *Ochrobactrum intermedium* CPO E5-24, *Chryseobacterium indoltheticum* CPO E4-1, *Herbaspirillum seropedicense* CPO E3-1, *H. lusitanum* CPO E3-28, y *Pseudomonas brassicacearum* CPO E5-18. En conclusión, este estudio representa una bioprospección de bacterias cultivables asociadas al maíz tunicado que poseen múltiples rasgos como PCV, promoviendo la posibilidad de manejar microorganismos autóctonos de maíces nativos con alto potencial biotecnológico, dirigidos hacia una agricultura sustentable.

Uso de hongos endófitos aislados de teocintle del Balsas (*Zea mays* ssp. *parviglumis*) para mejorar las condiciones de cultivo de variedades comerciales de maíz (*Zea mays* *mays*)

Alexia Banda Gutiérrez¹; María Julissa Ek Ramos^{1*}

¹Unidad de Formulación de Biológicos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 66455, México.

*Autor de correspondencia: maria.ekramos@uanl.edu.mx

El teocintle del Balsas (*Zea mays* L. ssp. *parviglumis*), alberga microorganismos endófitos capaces de combatir plagas insectiles de los cultivos modernos del maíz (*Zea mays* L. *mays*), además de conferir efectos positivos para su crecimiento. En el presente estudio se identificaron hongos endófitos y se evaluó un candidato como una alternativa a los insecticidas químicos para el manejo de la plaga del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith). Establecimos un método de inoculación de semillas de maíz y se evaluó el efecto del endófito en el crecimiento de la planta con y sin *S. frugiperda*, así como el efecto sobre las larvas recuperadas. Nuestros resultados destacaron los taxones fúngicos *Aspergillus*, *Daldinia*, *Chaetomium*, *Rhizopus* y *Penicillium*. Géneros y especies, que según lo que se ha reportado por otros autores, podrían resultar útiles para el biocontrol. La prueba de colonización endofítica indicó que la cepa del hongo UANL3 identificada como *Chaetomium globosum* colonizó exitosamente la planta, además incrementó la longitud total de la planta a los 21 días. La longitud total de las plantas continuó incrementándose en las plantas tratadas a los 28 días de crecimiento. Las plantas inoculadas con UANL3 en comparación con las del control y en presencia de *S. frugiperda*, no aumentaron ni disminuyeron su longitud ni su peso seco, indicando un posible mecanismo de tolerancia a la herbivoría. Ni el peso corporal ni el ancho de la cápsula cefálica de las larvas recuperadas difirió entre los tratamientos, por lo que se descarta un efecto directo de UANL3 sobre larvas de gusano cogollero. Nuestro estudio demostró que el teocintle de Balsas es una fuente de hongos benéficos potencialmente útiles, y este es uno de los primeros reportes que emplean hongos endófitos aislados de teocintle de Balsas contra *S. frugiperda*.

Tolerancia a estrés abiótico y promoción de crecimiento vegetal por bacterias edáficas nativas del Valle del Yaqui, México

Alina Escalante-Beltrán¹; Pamela Helué Morales-Sandoval¹; Sergio de los Santos-Villalobos¹; Gabriela Chávez-Villalba²; Edgar Adalberto Cubedo-Ruíz²; Fannie Isela Parra-Cota^{2*}

¹Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818, Col. Centro, Cd. Obregón, 85000, Sonora, México.

²Campo Experimental Norman E. Borlaug, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Norman E. Borlaug Km. 12, 85000, Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, México.

*Autor de correspondencia: parra.fannie@inifap.gob.mx

El uso de la microbiota edáfica nativa es una alternativa sostenible para contribuir a la disminución de los efectos negativos del estrés biótico y abiótico en los cultivos. Por ello el objetivo del presente estudio fue identificar cepas bacterianas aisladas de suelos agrícolas del Valle del Yaqui que tengan el potencial de disminuir los efectos negativos del estrés hídrico y térmico en cultivos de importancia, como el trigo, y sean la base para el desarrollo de futuros bioinoculantes.

Se evaluó *in vitro* la tolerancia de 48 cepas bacterianas a estrés abiótico. Se encontró que todas las bacterias presentaron algún nivel de tolerancia al estrés hídrico, y que el 42% de las cepas fueron altamente tolerantes. En cuanto al estrés térmico, se determinó que el 17% de las bacterias no toleraron el estrés mientras que otro 17% fueron altamente tolerantes. También se determinó la capacidad de mantener algunas cualidades asociadas a la promoción de crecimiento cuando fueron cultivadas bajo condiciones de estrés abiótico. Se encontró que de las 44 cepas que producen indoles 25 bacterias conservan esta capacidad bajo estrés hídrico y 32 bajo estrés térmico, en cambio de las 16 cepas productoras de sideróforos solamente 6 bacterias mantuvieron esta capacidad bajo estrés hídrico y 4 bajo estrés térmico, mientras que las tres cepas solubilizadoras de fosfato mantuvieron esta capacidad bajo estrés hídrico y solamente 2 bajo estrés térmico.

Con base en los resultados se seleccionaron 5 cepas (11B20, 13A29, 21A8, 41B1 y 52B1), se realizaron pruebas de compatibilidad y de pre-selección, posteriormente los consorcios 11B20+52B1 y 13A29+41B1 se evaluaron en ensayos en casa sombra para determinar su capacidad de promover el crecimiento de plantas de trigo bajo estrés abiótico. Los resultados indicaron que ambos consorcios disminuyeron los efectos negativos del estrés hídrico y térmico en las plantas de trigo.

Aislados de *Metarhizium* con actividad promotora de crecimiento en plantas de maíz

Arisbet Anette Ortiz-Segovia¹; Petra Andrade-Hoyos²; Homero Reyes-de la Cruz³; Alfonso Luna-Cruz^{4*}

¹Ingeniería en Agronomía, Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Carretera Morelia Salamanca km 6.5, Col. Los Ángeles, Morelia, Michoacán, C.P. 58100.

²Campo Experimental Zacatepec, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Carretera Zacatepec-Galeana s/n, km 0.5, Colonia IMMS, Zacatepec, Morelos, México. C.P. 62780.

³Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida Universidad s/n-Edif. B-1, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, C.P. 58040.

⁴Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, CONAHCYT-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida Universidad s/n-Edif. B-1, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, C.P. 58040.

*Autor de correspondencia: alfonso.luna@umich.mx

Michoacán cuenta con una gran biodiversidad. De la superficie estatal, 27 % se destina a la agricultura, debido a esta biodiversidad, la población de microorganismos es alta en el suelo, como es el caso de *Metarhizium*; un hongo entomopatógeno con gran importancia debido a su uso como controlador de plagas agrícolas. Se ha reportado que este hongo forma asociaciones simbióticas con las raíces de las plantas y actúa como un antagonista hacia ciertos hongos fitopatógenos. El objetivo de esta investigación consistió en encontrar diversos aislados de *Metarhizium* sp. como promotores de crecimiento de plantas de maíz. Para ello, se tomaron muestras de la rizosfera de maíz criollo en el municipio de Ocampo, Michoacán, de las cuales se obtuvieron cinco aislados, mediante la técnica del insecto trampa; posteriormente, considerando las estructuras morfológicas por comparación en claves taxonómicas se identificaron cinco aislados como *Metarhizium*, bajo las siguientes claves: AO1, AO2, AO5, AO6, y AO7. Estos aislados se ensayaron sobre plantas de maíz criollo las cuales se inocularon con 10 mL de cada aislado a una concentración 1×10^8 conidios/mL 16 días después de la emergencia; posteriormente, se permitió que la planta creciera durante 15 días más, cada tratamiento consistió en cuatro repeticiones. Las variables consideradas fueron altura de planta, grosor de tallo, longitud de raíz principal, contenido de clorofila, peso fresco y seco. El aislado destacado fue el AO6, al promover mayor grosor de tallo (16.0%) con respecto al testigo, mayor longitud de raíz (27.0%), peso fresco (21.0%) y peso seco (21.8%), con respecto al tratamiento testigo. Un aspecto interesante es que el contenido de clorofila no aumentó con la presencia de *Metarhizium*. En conclusión, las cepas de *Metarhizium* son capaces de promover el crecimiento de las plantas de maíz criollo, sin embargo, es necesario continuar con estudios de campo para validar el potencial de estos hongos entomopatógenos.

Potencial infectivo de cuatro hongos entomopatógenos nativos de Oaxaca sobre *Scyphophorus acupunctatus*

Carlos I. Cortés-Martínez^{1*}; Jaime Ruiz-Vega¹; Teodulfo Aquino-Bolaños¹; Pastor T. Matadamas-Ortiz¹; Mariana Beatriz Ávila-López^{2,3}; José Navarro-Antonio¹

¹Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca 71230, México.

²Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM-CONAHCYT), Av. Insurgentes Sur 1582, Ciudad de México 03940, México.

³Centro de Innovación para el Desarrollo Apícola Sustentable. Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo, José María Morelos 77890, Quintana Roo, México.

*Autor de correspondencia: solemia7@hotmail.com

Ante el uso irracional de insecticidas químicos de amplio espectro en los cultivos agrícolas, el desarrollo de insumos para el control biológico de plagas coadyuva al rescate del campo. El picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* es un insecto plaga que causa pérdidas económicas en la producción campesina de *Agave* sp. para la elaboración de mezcal. El objetivo fue aislar hongos entomopatógenos (HE) y evaluar su infectividad sobre el adulto del picudo del agave. Se colectaron muestras de suelo y de especímenes en cuatro poblaciones de Oaxaca con vocación mezcalera. Los HE fueron aislados de especímenes infectados y purificados mediante la técnica de cultivo monospórico. Se probaron exitosamente los postulados de Koch sobre larvas de *Galleria mellonella*. Los HE se produjeron sobre medio de agar dextrosa Sabouraud a 26 ± 2 °C y 40% HR. La infectividad de las cepas se evaluó sobre insectos adultos colectados de plantas de agave mezcalero. Se obtuvieron cuatro cepas designadas como 8E, 1MA, 2SJ y Etlá-7, cuya infectividad sobre el picudo del agave fue de 91 ± 8 , 83 ± 16 , 91 ± 8 y 88 ± 11 %, respectivamente. Las cepas 8E, 1MA y Etlá-7 fueron identificadas como *Beauveria bassiana* y la cepa 2SJ como *Metarhizium brunneum*. Se reporta por primera vez el aislamiento de *M. brunneum* de suelo agrícola de plantaciones de *Agave* sp.

Diversidad de hongos endófitos cultivables asociados a huertos de aguacate bajo condiciones de manejo orgánico y convencional

Daniel Sánchez Hernández^{1*}; John Larsen²; Frédérique Reverchon¹

¹Instituto de Ecología, A.C, Centro Regional del Bajío. Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano. Av. Lázaro Cárdenas No. 253. C.P. 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.

²Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, C.P. 58190 Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: daniel.sanchez@posgrado.edu.mx

México es el líder en producción mundial del aguacate *Persea americana* Mill. El éxito productivo de este cultivo ha desencadenado una serie de problemáticas ambientales como la deforestación, contaminación por agroquímicos y pérdida de biodiversidad. Para poder mitigar la posible pérdida de fertilidad del suelo y el aumento de plagas y patógenos del cultivo, se ha propuesto hacer uso de microorganismos benéficos. Sin embargo, existe poca información sobre los hongos endófitos asociados al cultivo de aguacate. Considerando que las comunidades de hongos endófitos asociadas a plantas cultivadas pueden ser afectadas por las prácticas de manejo, este estudio se enfocó en aislar, identificar y comparar la diversidad de hongos endófitos cultivables asociados a árboles de aguacate en huertos sometidos a manejo convencional y orgánico. Se recolectaron muestras de ramas y raíces de árboles de aguacate de huertos orgánicos y convencionales de tres municipios de Michoacán: Uruapan, Tancítaro y Tacámbaro. Las muestras se sembraron en dos medios de cultivo diferentes. La identificación se realizó mediante la amplificación y secuenciación de la región ITS del rADN, para posteriormente estimar el número efectivo de especies como estimador de la diversidad biológica (${}^{\circ}D \pm 95 \% IC$). Se obtuvieron 598 aislados fúngicos y se agruparon en 340 morfotipos. Entre los géneros de hongos endófitos identificados destacan: *Colletotrichum* spp., *Fusarium* spp., *Xylaria* spp., *Pestalotiopsis* spp., *Dactylonectria* spp., en su mayoría con reportes de actividad fitopatogénica, y otros con actividad de biocontrol como: *Trichoderma* spp., *Talaromyces* spp., *Purpureocillium* sp., *Penicillium* spp, *Pochonia* sp. y *Gaeumannomyces* sp. Los huertos orgánicos mostraron una mayor riqueza de especies de hongos endófitos (D^0) con respecto a los convencionales. Nuestros resultados sugieren que el manejo agronómico afecta la riqueza y diversidad de hongos endófitos asociados a plantas de aguacate. Próximamente algunos hongos serán evaluados contra las principales plagas y enfermedades del cultivo.

Un monoterpeno de *Trichoderma virens* Tv. 28.8 afecta la germinación y crecimiento del fitopatógeno *Sclerotium cepivorum*

Jonathan Duran-Palmerin^{1*}; Carla V. Sánchez-Hernández²; Vianey Olmedo-Monfil¹

¹Departamento de Biología, División de ciencias naturales y exactas, Universidad de Guanajuato. Noria Alta S/N; C.P. 36050; Guanajuato, Gto., México.

²Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Carretera Guadalajara-Nogales, Las Agujas, Zapopan, Jalisco. C.P. 44171.

*Autor de correspondencia: j.duranpalmerin@ugto.mx

El hongo fitopatógeno *Sclerotium cepivorum* es un agente patógeno, responsable de la pérdida anual de los cultivos de *Allium*, al causar la pudrición blanca. Este hongo se propaga produciendo esclerocios, pequeñas estructuras esféricas altamente resistentes y capaces de permanecer latentes en el suelo hasta 20 años. En la búsqueda de alternativas biológicas para su control, se ha estudiado la interacción con hongos pertenecientes al género *Trichoderma*, son excelentes agentes de biocontrol por su capacidad para secretar grandes cantidades de metabolitos secundarios, entre ellos los terpenos. Estas moléculas se clasifican como excelentes compuestos bioactivos, algunos de los cuales poseen actividad fungicida. En este trabajo se presentarán resultados de la actividad de un metabolito secundario purificado a partir de medio de cultivo de la cepa OE TvCyt2 de *Trichoderma virens*, la cual sobreexpresa el gen TvCyt2, codificante para una monooxigenasa p450, relevante en la síntesis de terpenos. Se realizaron extracciones líquido-líquido y cristalización, obteniendo un compuesto puro que fue analizado por imágenes de resonancia magnética (RMN), identificándose como un monoterpeno. Se probó la actividad biológica del metabolito sobre el crecimiento micelial *S. cepivorum*, así como sobre la germinación de sus esclerocios, comparando con un fungicida comercial (Folicur®). Se observó que el monoterpeno retrasa el crecimiento y la germinación en un 35%. La combinación de Folicur y el monoterpeno mostró una sinergia, logrando la misma reducción del crecimiento, en concentraciones significativamente más bajas de cada compuesto. Las pruebas de citotoxicidad en fibroblastos de la línea celular BJ (ATCC CRL - 2522) indican que el monoterpeno no daña las células a bajas concentraciones. Nuestros resultados sugieren que este monoterpeno puede funcionar como parte de un sistema integral para el control *S. cepivorum*.

Potencial de *Aspergillus niger* y *Penicillium griseofulvum*, aislados de suelos no agrícolas, como promotores de crecimiento vegetal

César Guigón-López^{1*}; Laila Nayzzel Muñoz-Castellanos²

¹Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Universidad Autónoma de Chihuahua. Km 3 Carretera Delicias-Rosales. Delicias, Chihuahua. México.

²Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Campus II. Chihuahua, Chih. México.

*Autor de correspondencia: cguigon@uach.mx

La conciencia por una agricultura más sostenible ha fomentado el desarrollo de investigaciones sobre microorganismos solubilizadores de nutrientes y biocontroladores de enfermedades de las plantas. El presente trabajo se llevó a cabo para caracterizar el potencial de dos hongos aislados de suelos no agrícolas para la solubilización de fosfato y el antagonismo contra patógenos vegetales. Los hongos beneficiosos se identificaron por su morfología y análisis de la región ITS1-5.8 rRNA-ITS2 de su ADN. Posteriormente se realizaron pruebas para detectar la capacidad de ambos hongos para solubilizar fosfatos a partir de fosfato tricálcico y roca fosfórica. Además, para evaluar el antagonismo de estos hongos, se confrontaron mediante cultivos duales con dos fitopatógenos, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici*. Igualmente, se evaluó en placa la actividad de las enzimas xilanasas generada por los hongos en estudio. Al final, se evaluó la promoción del crecimiento de plantas de chile en invernadero. Los hongos benéficos fueron identificados como *Aspergillus niger* y *Penicillium griseofulvum*. Ambos hongos mostraron capacidad para solubilizar fosfatos lo que se relacionó con la producción de ácidos cítrico y glucónico, y enzimas fosfatasas ácidas y alcalinas. Los hongos benéficos también mostraron la capacidad de inhibir el crecimiento de los agentes fitopatógenos *in vitro*. Solo *A. niger* desarrolló actividad enzimática xilanasas que puede inducir mecanismos de resistencia en las plantas. En invernadero, *A. niger* generó mejores condiciones de crecimiento para las plantas de chile lo cual se evidenció porque las plantas tratadas mostraron tallos más gruesos, plantas con más hojas y mayor acumulación de biomasa (peso seco). En conclusión, *A. niger* mostró mayor potencial que *P. griseofulvum* como promotor de crecimiento vegetal mediante mecanismos como solubilización de fosfatos y antagonismo contra microorganismos fitopatógenos.

Evaluación de una bacteria halófila con potencial de antagonismo sobre cinco aislados de *Phytophthora capsici*

Darío Franco Romo¹; Norma Angélica Chávez Vela¹, José de Jesús Luna Ruiz^{2*}; Susana de la Torre Zavala³; Sylvia P. Fernández Pavía⁴

¹Departamento de Ingeniería Bioquímica, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940 Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, México.

²Departamento de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Carretera Jesús María - La Posta, Km 3, CP 20900, Jesús María, Aguascalientes, México.

³Instituto de Biotecnología, Universidad Autónoma de Nuevo León, Av. Pedro de Alba s/n Cruz con Av. Manuel L. Barragán s/n, Ciudad Universitaria, CP 66450, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

⁴Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Km 9.5, carretera Morelia-Zinapécuaro, Tarímbaro, Michoacán. C.P. 58880.

*Autor de correspondencia: joselunarui11@yahoo.com.mx

El objetivo de este trabajo fue la descripción morfológica y evaluación *in vitro* de la capacidad antagonista de un aislado bacteriano halófilo (198UAA) contra *Phytophthora capsici* sobre el crecimiento de micelio, formación de esporangios y liberación de zoosporas de *P. capsici* en cultivos duales con la bacteria. Se evaluaron tres concentraciones bacterianas y se emplearon cinco aislados de *P. capsici*. El aislado bacteriano 198UAA (bacilo Gram +, formador de esporas) mostró mayor similitud con *Bacillus zhangzhouensis* en su secuenciación y análisis del gen 16S rARN. En los cultivos duales, con una concentración de 1×10^8 UFC/mL, esta bacteria limitó el crecimiento de micelio de los cinco aislados de *P. capsici*, incluyendo un aislado de *P. cinnamomi*, con valores de inhibición entre 42.0% y 52.7%; detuvo la formación de esporangios, generó malformaciones, así como conglomerados en las hifas y suprimió por completo la liberación de zoosporas de *P. capsici*. Este es el primer reporte sobre el efecto antagónico de *Bacillus zhangzhouensis* contra el fitopatógeno *Phytophthora capsici*. Estos resultados se suman al potencial biotecnológico de *B. zhangzhouensis* descrito en la literatura, sobre su capacidad antibacteriana contra patógenos de interés médico, promoción de desarrollo vegetal y una importante actividad enzimática.

Identificación molecular de *Trichothecium roseum*, asociado como micoparásito de *Podosphaera aphanis* en frambuesa

Alethze Macías-Arteaga¹; Cristian Lizeth Rodríguez-Campos¹; Javier Armenta-Cortez¹; José Ramón Saucedo-Carabez¹; María del Carmen Herrera-Rodríguez^{1*}

¹Laboratorio de Investigación Aplicada-Fitosanidad. Driscoll's Operaciones. Av. Miguel de la Madrid Hurtado No. 147. C.P. 49000, Ciudad Guzmán, Jalisco.

*Autor de correspondencia: maria.herrera@driscolls.com

Trichothecium roseum es conocido por su capacidad para micoparasitar e inhibir el crecimiento de agentes fitopatógenos, incluidos hongos biotróficos e insectos. Sin embargo, actualmente no existe información sobre su asociación con la cenicilla de frambuesa (*Podosphaera aphanis*). Durante colectas de cenicilla, se observó el crecimiento de un hongo blanco sobre las estructuras del patógeno, el cual se identificó morfológicamente como *Trichothecium* sp. Dado que especies de este género se han reportado como agentes de control biológico en otros cultivos, el objetivo de la presente investigación fue caracterizar morfológicamente e identificar a nivel especie a dicho microorganismo. Para ello, se obtuvo un aislado (311), a partir del cual se realizaron microcultivos en los medios PDA y SNA para su caracterización morfológica. Posteriormente se amplificó la región ITS con los iniciadores ITS-4 e ITS-5 y se realizó un análisis filogenético de máxima verosimilitud. El árbol filogenético agrupó al aislado con la especie *T. roseum*, esto coincidió con la caracterización morfológica previamente reportada para dicha especie, en la que se observaron conidios hialinos, ovoides y con una célula apical más grande que la célula basal, la cual es curva y cónica; así como conidióforos largos, delgados y septados. En conclusión, estos resultados representan un primer reporte de *T. roseum* asociado a *P. aphanis* en frambuesa, estableciendo con ello la base para su posterior estudio como agente de control biológico contra este patógeno.

Revisión sistemática de la diversidad química, estructural y funcional de los compuestos orgánicos volátiles (VOCs) emitidos por hongos entomopatógenos y su papel como semioquímicos en insectos

Arturo Ramírez-Ordorica^{1*}; Sandra Goretti Adame-Garnica¹; Diana Sofía Bravo-Monroy¹; Lourdes Macías-Rodríguez¹

¹Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edificio B3, Ciudad Universitaria, Gral. Francisco J. Mújica S/N. CP. 58030. Morelia, Michoacán.

*Autor de correspondencia: arturo.ramirez.ordorica@umich.mx

Los hongos entomopatógenos son microorganismos cosmopolitas habitantes del suelo que actúan como reguladores de las poblaciones nativas de artrópodos. Recientemente ha crecido el interés en el estudio de las diversas moléculas emitidas por estos hongos por sus potenciales funciones como señales químicas (recibiendo el nombre genérico de “semioquímicos”), muchas de ellas en la forma de compuestos orgánicos volátiles (VOCs, por sus siglas en inglés). Estas moléculas tienen el potencial de mediar diferentes comportamientos inducidos sobre los insectos, mejorando sus probabilidades de infectarlos, lo que resulta ideal en el control biológico de plagas. Sin embargo, la diversidad química y estructural de los VOCs entomopatógenos sigue siendo poco estudiada. En el presente trabajo, se realizó una revisión sistemática de los reportes existentes sobre emisiones de VOCs por hongos entomopatógenos, en relación con su diversidad estructural, taxonómica y funcional. En este análisis se consideraron los reportes entre los años 2002 y 2023, donde se estudian a 11 especies de hongos. De ellos, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *M. brunneum* tienen la mayor cantidad de registros, poseyendo los perfiles de emisión de VOCs mejor caracterizados. La técnica principalmente reportada para el análisis de los VOCs fúngicos es la microextracción en fase sólida, en combinación con cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (SPME-GC-MS, por sus siglas en inglés). Las familias químicas con mayor número de registros pertenecen a los alcanos (65 moléculas), sesquiterpenos (37) y compuestos con carbonilo (28). Notablemente, se encontró que diferentes moléculas reportadas tienen actividad conocida como semioquímicos para diferentes taxones de insectos. En conclusión, la diversidad química de los VOCs emitidos por hongos entomopatógenos tiene el potencial de incidir en diferentes grupos de insectos, lo que significaría una ventaja adaptativa para incrementar su éxito en infectar a sus posibles huéspedes.

Beneficio del uso de hongos micorrízico arbusculares en *Sorghum bicolor* (sorgo) sometido a estrés salino

Miguel Ángel Aupart Mercado¹; Martha Angelica Santiago Santiago¹; Josefina Vázquez Medrano^{1*}

¹Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores. Iztacala. Laboratorio de Fisiología Vegetal-UBIPRO. Av. De los Barrios N° 1, Los Reyes Ixtacala. Tlalneantla Estado de México, México C.P. 54090.

*Autor de correspondencia: josevam@unam.mx

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la exposición al estrés salino sobre plantas de *Sorghum bicolor* inoculadas con hongos micorrízicos arbusculares. Dos lotes de plantas de sorgo uno micorrizado con un consorcio comercial de GLOMIX GRANULADO^R y otro sin micorrizas se mantuvieron por 4 meses en medio hidropónico, posteriormente se subdividieron en grupos; testigo, con cloruro de sodio 50 mM y 200 mM mantenidas por 14 días en una cámara de crecimiento con 12 horas luz/obscuridad, a 25 °C. Se registraron parámetros hídricos, fotosintéticos y se evaluó la colonización micorrízica, contenido de clorofila y biomasa. El porcentaje de colonización en las plantas de sorgo fue mayor al 70 %. El índice de clorofila disminuye conforme aumenta la concentración de NaCl aplicada a plantas sin micorrizas, en contraste en plantas micorrizadas con la concentración de 50 mM el índice de clorofila es igual al testigo. La biomasa tanto de las hojas como de las raíces incrementó significativamente en las plantas micorrizadas bajo los dos tratamientos de salinidad, en cambio, en las plantas no micorrizadas la biomasa de las raíces disminuyó conforme aumento la concentración de NaCl. Tanto la fijación de CO₂ como el Ci son similares en las plantas tratadas con 50 mM de NaCl respecto al testigo micorrizado y sin micorrizas, ambos parámetros disminuyen al 50 % en las plantas con 200 mM de NaCl micorrizado y sin micorrizas. La conductancia estomática disminuye en el grupo micorrizado, mientras que, la transpiración se incrementa por efecto de la micorrización tanto en el grupo testigo como en grupo con 50 mM de NaCl, pero disminuye drásticamente en el grupo con 200 mM de NaCl. Se concluye que la asociación con hongos micorrizicos les confiere ventajas a las plantas de sorgo cultivadas en 50 mM de NaCl.

Evaluación del potencial de compuestos volátiles emitidos por actinobacterias de Cuatro Ciénegas, Coahuila en la promoción del crecimiento vegetal

Belén Guadalupe Blanco Carmona¹; Leticia Elizabeth Guzmán Reyes¹; Hamlet Avilés Arnaut^{1*}; Susana de la Torre Zavala²; Elva Teresa Aréchiga Carvajal³; María Julissa Ek Ramos⁴; Alonso Alberto Orozco Flores⁴

¹Laboratorio 5, Instituto de Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Av. Pedro de Alba s/n cruz con Ave. Manuel L. Barragán s/n, Cd. Universitaria, C.P. 66450, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

²Laboratorio 9, Instituto de Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

³Laboratorio de Micología y Fitopatología, Unidad de Manipulación Genética, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

⁴Laboratorio de Inmunología y Virología, unidad de Formación de Biólogos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

*Autor de correspondencia: hamlet.avilesarn@uanl.edu.mx

El uso de microorganismos adaptados a condiciones extremas capaces de producir compuestos benéficos en diferentes tipos de moléculas para la promoción del crecimiento vegetal son una alternativa sostenible para la obtención de cultivos en suelos agrícolas deficientes. Cuatro Ciénegas, Coahuila (CCC) es un espacio de condiciones extremas y desproporción de nutrientes con una gran diversidad de microorganismos endémicos, como las actinobacterias, productores de numerosos metabolitos, incluyendo compuestos volátiles, para su uso en prácticas agrícolas sostenibles. En el presente trabajo se evaluó el potencial de los compuestos volátiles producidos por 3 actinobacterias aisladas de CCC (PR69, 518 y 670) en *Arabidopsis thaliana* en condiciones *in vitro* que previamente mostraron características favorables para la promoción del crecimiento vegetal como fijación de nitrógeno, producción de sideróforos y auxinas. Los parámetros considerados para su evaluación en este trabajo fueron longitud de raíz principal, aumento en peso fresco y número de raíces secundarias después de 10 días de exposición en ensayos de co-cultivo. El experimento consistió en 5 tratamientos de 3 repeticiones biológicas con 8 plántulas por réplica, siendo un control negativo, cada actinobacteria evaluada individualmente y un consorcio de éstas en proporciones iguales. Los resultados obtenidos mostraron que las plántulas expuestas a los compuestos volátiles de las actinobacterias de manera individual como en consorcio no mostraron diferencias significativas en la longitud de la raíz principal con respecto al control, sin embargo, sí aumentaron el peso fresco hasta $\approx 3X$, tanto en consorcio como individualmente; y el aislado 670 así como el consorcio promovieron el número de raíces secundarias hasta $\approx 6X$ en comparación con el control. En conclusión, los compuestos volátiles emitidos por las actinobacterias de CCC tienen la capacidad de promover el crecimiento vegetal tanto individualmente como en consorcio.

Aislamiento e identificación molecular de *Simplicillium lanosoniveum* asociado a roya de frambuesa (*Aculeastrum americanum*) en el estado de Jalisco

Cristian Lizeth Rodríguez Campos¹; Alethe Macias Arteaga¹; Javier Armenta Cortez¹;
Jose Ramón Saucedo Carabez¹; María del Carmen Herrera Rodríguez^{1*}

¹Laboratorio de Investigación Aplicada-Fitosanidad, Driscoll's Operaciones, Av. Miguel de la Madrid Hurtado #147, Col. Centro, 49000 Ciudad Guzmán, Jalisco

*Autor de correspondencia: maria.herrera@driscolls.com

El género *Simplicillium* tiene un amplio rango de hospedantes y distribución cosmopolita. Recientemente, se ha asociado con la roya de café como potencial agente de control biológico. Durante un recorrido en campo, se observó la presencia de un hongo de coloración blanca creciendo sobre las uredosporas de roya de frambuesa (*Aculeastrum americanum*), el cual morfológicamente coincide con las características descritas para *Simplicillium* sp. El objetivo de este trabajo fue la identificación molecular del aislado, amplificando la región ITS con los primers ITS 4 y 5 junto con un análisis filogenético de máxima verosimilitud. Las características morfológicas se evaluaron en microcultivos en los medios SNA y PDA. Los resultados moleculares confirmaron que el aislado corresponde al género *Simplicillium* y la filogenia lo agrupó con la especie *S. lanosoniveum*, mismo que se ha reportado como antagonista de otras royas. La morfología observada coincide con la reportada para la especie, consta de micelio cenocítico, hialino y de paredes delgadas; monofiálides terminales, aseptadas y conidios hialinos elipsoidales. En conclusión, la presencia e identificación de *S. lanosoniveum* asociado a roya de frambuesa, representa un primer reporte de esta especie, estableciendo así un antecedente para el inicio de la exploración de este género con posible potencial antagonista de *A. americanum*.

Hongos fitopatógenos del arándano afectados por bacterias antagonistas de la rizósfera

Edith Garay-Serrano^{1,2*}; Yanet Jurado Ramírez¹; Samuel Cruz-Esteban¹; Frédérique Reverchon¹

¹Instituto de Ecología, A.C. Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano. Avenida Lázaro Cárdenas 253, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.

²CONAHCYT. Avenida Insurgentes Sur 1582, 03940 Ciudad de México, México.

***Autor de correspondencia:** edith.garay@inecol.mx

Se examinaron diferentes aislados bacterianos cultivables obtenidos de la rizósfera de cultivos de arándano y del suelo de áreas naturales para determinar su potencial actividad de biocontrol de hongos fitopatógenos. En experimentos *in vitro* se evaluó el efecto para disminuir el crecimiento micelial de los hongos fitopatógenos *Lasiodiplodia theobromae*, *Neopestalotiopsis* sp. y *Epicoccum* sp. Las bacterias con propiedades antifúngicas de control biológico se caracterizaron morfológicamente y se identificaron a través de secuenciación de la región 16S del ADN ribosómico (ADNr), compararon las secuencias con los datos del GenBank. También se evaluó la capacidad de los aislados de solubilizar fósforo (P) usando el medio sólido de fosfato modificado con azul de bromofenol como propone el Instituto Nacional de Investigación Botánica (NBRIP). De los 98 aislados bacterianos, identificamos ocho que mostraron un efecto inhibitorio diferencial contra los tres hongos patógenos. Las bacterias antagonistas correspondieron al complejo de especies *Bacillus subtilis*, además de especies de los géneros *Massilia* sp., *Paenibacillus* sp., y *Rhizobium* sp. Tres aislados bacterianos, uno de ellos identificado como *Paraburkholderia* sp., fueron capaces de solubilizar fósforo.

Paraburkholderia tropica AgJ7, una bacteria con potencial para promover el crecimiento vegetal e inhibir al patógeno *Phytophthora capsici*

Fernando Uriel Rojas-Rojas^{1*}; Ingrid Melissa Gómez-Vázquez¹; Harumi Shimada-Beltrán¹; Julio C. Vega Arreguín^{1*}

¹Laboratorio de Ciencias Agrogenómicas, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Boulevard UNAM 2022, Col. Predio El Saucillo y El Potrero, León, Guanajuato, México.

*Autor de correspondencia: frojas@enes.unam.mx, jvega@enes.unam.mx

Paraburkholderia tropica es una especie formada por bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) que se han aislado de la rizósfera de cultivos como la caña de azúcar, el maíz y el tomate. La capacidad de esta especie para controlar el crecimiento de patógenos de plantas ha sido reportada solo en hongos debido a la producción de compuestos volátiles.

En este trabajo reportamos el potencial de la cepa *P. tropica* AgJ7 para inhibir el crecimiento del oomiceto *Phytophthora capsici*, un patógeno de cultivos como chile, pimiento, calabaza y jitomate. Esta bacteria fue aislada de una muestra de rizósfera de una planta sana de *Agave tequilana*, aledaña a otras plantas que presentaban síntomas de infección por hongos. La identificación de esta bacteria se realizó mediante la amplificación y secuenciación del gen que codifica para la subunidad ribosomal 16S. AgJ7 mostró inhibición del crecimiento de *P. capsici* en ensayos de antagonismo realizados en Agar Dextrosa y Papa y Agar Dextrosa Sabouraud. En hongos patógenos como *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum gloeosporioides* y *Sclerotium rolfsii* esta bacteria genera un estrés durante su crecimiento induciendo modificaciones en su morfología. Los factores de promoción de crecimiento vegetal identificados en *P. tropica* AgJ7 fueron la solubilización de fosfatos y la producción de sideróforos. Este último mostró un índice de producción de sideróforos mayor al reportado previamente para esta especie. Además, confirmamos que los sideróforos producidos por esta bacteria pertenecen a la clase de los hidroxamatos. El genoma de *P. tropica* AgJ7 presenta cluster biosintéticos para la producción de metabolitos secundarios, entre los que se encuentran dos regiones para la síntesis de péptidos no ribosomales. Actualmente estamos analizando el perfil transcriptómico de AgJ7 en dos condiciones de crecimiento en donde el antagonismo contra *P. capsici* presenta variación significativa. Esto nos permitirá identificar los genes y posibles metabolitos implicados en su potencial para controlar el crecimiento de este patógeno.

Efecto de *Bacillus* sp. sobre el crecimiento de plantas de Shiso [*Perilla frutescens* (L.) Britton] cultivadas en invernadero

Galdy Hernández Zárate^{1*}; Rafael Díaz Méndez²; Jorge Eduardo Zamora Castro³; Alejandra Soto Estrada¹; Arturo Pérez Vázquez¹; Delfino Brito Ávila⁴

¹Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, vía Paso de Ovejas entre Puente Julia y Paso San Juan, Predio Tepetates, Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. C.P. 91690.

²Programa de Ingeniería Genómica, Centro de Ciencias Genómicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, Morelos, México. C. P. 62210.

³Refugia, Centro para la Conservación de la Ecobiodiversidad, A.C., Norte 87^a No 36, Col. Clavería, Azcapotzalco, CDMX, México, C.P. 02080.

⁴Hortalizas Orientales “El Shiso”. Ignacio Rayón No.10. Galeana, Zacatepec, Morelos, México. C.P. 62785.

*Autor de correspondencia: hernandez.galdy@colpos.mx

Las bacterias rizosféricas pueden establecer asociaciones simbióticas con las plantas, que reducen los requerimientos de NPK y mejoran la productividad de los cultivos agrícolas. *Perilla frutescens* (Shiso) es un cultivo hortícola catalogado de alto valor nutritivo en países de Asia. Dentro de este contexto, el objetivo del presente estudio fue cuantificar el efecto de *Bacillus* sp. sobre variables de desarrollo, propiedades bioquímicas (pigmentos), y contenido nutrimental en Shiso producido bajo condiciones de invernadero. El método de investigación fue experimental. Se utilizaron 15 plantas de Shiso inoculadas con *Bacillus* sp. RD45 en una dosis de 1×10^{12} ufc/mL y 15 plantas sin inocular (testigo). Las plántulas se plantaron en macetas de 10L. Después de 60 días, se midió el crecimiento de las plantas (altura, diámetro del tallo, número de hojas; longitud de la raíz y peso de planta y raíz), contenido de clorofila, carotenoides y macro (N, P, K, Ca y Mg) y micronutrientes (Fe, Cu, Zn y B). Se encontró un efecto significativo ($p < 0.05$) de *Bacillus* sp. sobre las diferentes variables registradas de: número de hojas, peso de la planta, diámetro del tallo, clorofila *a*, clorofila *b* y clorofila total, respecto al testigo. El contenido de clorofila *b* en plantas inoculadas con *Bacillus* aumentó 24.92%, seguido por la clorofila total con un incremento del 17.93%, y la clorofila *a* con 12.45%. Finalmente, la inoculación de *Bacillus* sp. en plantas de *P. frutescens* favoreció el contenido de la mayoría de los macro y micronutrientes, mostrando valores superiores a lo reportado previamente en la literatura para plantas no inoculadas con rizobacterias. Se concluye que *Bacillus* sp., como bioestimulante del crecimiento, podría representar una biotecnología viable para mejorar el crecimiento, características nutrimentales y eventualmente el rendimiento de Shiso cultivado en invernadero.

Biología Microbiana desarrollada en el Laboratorio de Microbiología del Suelo del Posgrado de Edafología del Colegio de Postgraduados (Colpos), Campus Montecillo

Ronald Ferrera-Cerrato¹; Geovanny Rivera-Hernández^{1*}; Alejandro Alarcón^{1*}; María Encarnación Lara-Hernández¹; Juan José Almaraz-Suárez¹; Julián Delgadillo-Martínez¹; Dulce Jazmín Hernández-Melchor¹; Marco Polo Carballo-Sánchez¹; Sandra Cortés-Pérez¹; Karina Salcedo-Vite¹; Orlando Catalán-Barrera¹; Caliope Mendarte-Alquisira¹

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

*Autor de correspondencia: gerihe3084@hotmail.com; aalarconcp@gmail.com

En el Área de Microbiología del Posgrado de Edafología del Colpos, Campus Montecillo, se abordan las siguientes líneas de investigación:

1. El aislamiento, la identificación y la caracterización de bacterias y hongos asociados a maíces nativos de México (Olotón, Tunicado y Palomero Toluqueño) con Actividades Promotoras del Crecimiento Vegetal (APCV) potencialmente útiles para la agricultura sustentable. Esta línea de investigación destaca el valor de la preservación/conservación *in situ* de los maíces nativos como fuente de recursos biológicos (germoplasma microbiano) que pueden dirigirse al servicio de la humanidad. Actualmente, se cuenta con varias colecciones de microorganismos capaces de producir auxinas y sideróforos, solubilizar fosfato inorgánico, fijar nitrógeno atmosférico, entre otras APCV.
2. El biocontrol y manejo integrado de enfermedades con énfasis en hortalizas, el impacto de la humedad en la sanidad de los cultivos, en lo cual se integra la vinculación con los productores y la transferencia de esta biotecnología.
3. El aislamiento, la producción y la aplicación de consorcios microbianos fotosintéticos en cultivos agrícolas. Además, se investiga sobre la producción de compostas bioaumentadas con microorganismos benéficos, tanto en pilas como en compostadores; sobre la biodegradación de sustratos ricos en celulosa mediante procesos de fermentación sumergida; y sobre el aprovechamiento del efecto biofertilizante y bioestimulador de la simbiosis *Azolla-Anabaena*.
4. Aplicación de microorganismos benéficos en cultivos bajo estrés salino y estrés por contaminación, utilizando estrategias de fitorremediación; así como la producción de metabolitos secundarios con potencial bioherbicida como alternativas al glifosato.
5. Aislamiento de microorganismos asociados a los meliponinos (abejas sin aguijón) con potencial biotecnológico, con el objetivo de diseñar biofertilizantes y/o para dirigirlos a posibles usos industriales.

Estas líneas estudian, promueven e integran el manejo de microorganismos benéficos con alto potencial biotecnológico, para promover el fortalecimiento y la estabilización de los sistemas agrícolas orientados a la generación de una agricultura sustentable.

Especies de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* promotoras del desarrollo vegetal inducen la biosíntesis de ácido jasmónico y modifican las respuestas vegetales a la herbivoría

Luis Andrés Ávila-Guzmán^{1,2}; Claudia Marina López-García¹; Yolanda García-Rodríguez³; Francisco Javier Espinosa-García³; Frédérique Reverchon⁴; Alfonso Méndez-Bravo^{5*}

¹Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México.

²Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

³Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México.

⁴Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro, Michoacán, México.

⁵CONAHCYT, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México

*Autor de correspondencia: amendezbravo@enesmorelia.unam.mx

Bacillus y *Pseudomonas* son géneros representados por numerosas cepas de rizobacterias promotoras del desarrollo vegetal (PGPR, por sus siglas en inglés) de diferentes cultivos, cereales, solanáceas y liliáceas, entre otros. Además de mejorar la captación de nutrimentos por el sistema radicular, la producción de hormonas reguladoras del crecimiento y rendimiento vegetal, las PGPR estimulan en sus plantas asociadas, tolerancia al estrés hídrico y protección contra microorganismos patógenos, razones por las cuales se estudia ampliamente su utilización como agentes de biocontrol contra patógenos y plagas. La inducción del sistema de defensa a través de la estimulación de la biosíntesis del ácido jasmónico (JA) por diferentes PGPR de *Bacillus* y *Pseudomonas*, frecuentemente confiere a sus plantas hospedantes la capacidad de disminuir el daño ocasionado por insectos herbívoros. En este trabajo se analizó la activación de la vía de señalización del JA en la planta modelo *Arabidopsis thaliana* en interacción con 10 PGPR de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* previamente reportadas por su actividad PGPR. Las cepas que indujeron la expresión de genes de respuesta al JA, se inocularon en plántulas que fueron sometidas a herbivoría por el generalista *Spodoptera frugiperda*. Los ensayos se realizaron en un sistema de hidroponía con plantas de *A. thaliana* y de las solanáceas *Physalis ixocarpa* L. (tomate verde), por ser una especie gravemente afectada por la herbivoría y *Capsicum annuum* L., por ser una solanácea con metabolitos secundarios que inhiben el desarrollo de herbívoros generalistas. Nuestros resultados parciales indican que al menos una especie de las PGPR evaluadas disminuye de manera significativa el consumo de *S. frugiperda* y el daño foliar en las plantas confrontadas.

Potencial de las levaduras rizosféricas en la promoción del crecimiento y la nutrición del maíz

Marcela Sarabia Ochoa^{1*}; John Larsen¹

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, 58190 Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: msarabia03@gmail.com

Las levaduras del suelo son microorganismos benéficos cruciales en los agroecosistemas, promoviendo el crecimiento de plantas, el ciclo de nutrientes y la supresión de patógenos. Este estudio evaluó la abundancia de levaduras rizosféricas del maíz y sus rasgos que favorecen el crecimiento vegetal en seis agroecosistemas convencionales en México, además de su capacidad para solubilizar fósforo (P). Las levaduras estuvieron presentes en todos los campos de maíz durante todo el ciclo de cultivo, con mayor abundancia durante la floración. Se identificaron ocho especies de levaduras pertenecientes a seis géneros. Cuatro de estas especies solubilizaron $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, pero ninguna solubilizó FePO_4 . Por otro lado, se evaluaron las interacciones entre el maíz, dos levaduras y una comunidad nativa de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) bajo distintas condiciones de fertilización con P. El estudio se centró en cómo la fertilización con P mineral afecta la respuesta de crecimiento de las plantas a la inoculación con estos microorganismos. Los resultados mostraron que la fertilización con P modula fuertemente las interacciones entre el maíz, las levaduras y los HMA. Finalmente, se evaluó la posible sinergia entre dos levaduras rizosféricas y el HMA *Rhizophagus irregularis* en la nutrición con P del maíz. Utilizando isótopos de P para rastrear su absorción, se determinó si las levaduras solubilizaban el P en el suelo. Se demostró que las levaduras promovieron la nutrición de P en las raíces del maíz micorrizado, lo cual está relacionado con una mejor longitud específica de la raíz y la absorción de P por las hifas de los HMA. En conclusión, las levaduras rizosféricas tienen potencial como agentes biofertilizantes en sistemas agrícolas, mejorando la eficiencia del uso de P y mitigando la dependencia de fertilizantes químicos.

Potencial biotecnológico de bacterias aisladas de plantas medicinales

Elizabeth Fernández Rivera¹; Carlos Méndez Inocencio¹; Erika Karina Martínez Mendoza¹; María Dolores Rodríguez Torres^{1*}

¹Instituto Politécnico Nacional. CIIR IPN Unidad Michoacán. Justo Sierra No. 28. Colonia Centro. C.P. 59510. Jiquilpan, Michoacán.

*Autor de correspondencia: mdrodriguez@ipn.mx

Las bacterias promotoras de crecimiento vegetal son muy diversas, capaces de incrementar el crecimiento y productividad en las plantas a través de mecanismos de acción directos e indirectos, que incluyen la solubilización de fósforo, la disponibilidad de nitrógeno, la producción de fitohormonas, una mayor producción de metabolitos secundarios o la activación de los sistemas de defensa de la planta. Por tal motivo, el uso de inoculantes bacterianos en las prácticas agrícolas es cada día mayor. Las fuentes de aislamiento de estas bacterias promotoras de crecimiento son también muy diversas, siendo las plantas una de esas fuentes. En este trabajo se realizó el aislamiento y la identificación de bacterias con el potencial de promover el crecimiento de las plantas a través de la caracterización de la solubilización de fósforo y de la producción de ácido indolacético. El análisis molecular mostró que las bacterias están relacionadas filogenéticamente con los géneros de *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Lysinibacillus*, *Pseudomonas*, *Kocuria*, *Aureimonas*, *Paracoccus*, *Herbiconius*, entre otros, con el potencial biotecnológico para incrementar el crecimiento y la productividad de las plantas de interés agrícola.

Bioprospección de microorganismos promotores de crecimiento vegetal aislados de un suelo de Milpa de temporada

Mario Héctor González Almanza¹; Héctor J. Quiroz González²; Luis A. Maldonado³; Erika T. Quintana^{1*}

¹Laboratorio de Bioprospección Microbiana, Departamento de Microbiología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11340, Ciudad de México, México.

²Laboratorio de Microbiología del Suelo, Departamento de Microbiología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11340, Ciudad de México, México.

³Facultad de Química, Departamento de Biología, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

*Autor de correspondencia: equintanac@ipn.mx

La diversidad microbiana del suelo es compleja, diversa, cambia de sitio a sitio y depende directamente de factores abióticos y bióticos. Estudiar a los habitantes microscópicos de un sitio y evaluar su potencial biológico es hoy día una prioridad. En el presente proyecto se utilizó una muestra de suelo agrícola colectada en el Estado de Guanajuato, municipio de San Miguel de Allende, comunidad de Cerritos, donde se cultiva Maíz, Frijol y Calabaza (Milpa de temporada). El suelo se analizó fisicoquímicamente (pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico). La muestra de suelo (1 g) se utilizó para una estrategia de aislamiento selectivo. Cien microlitros de diluciones seriadas (10^{-1} a 10^{-4}) se inocularon y dispersaron en agar Glucosa-Extracto-de-Levadura-y-Malta (GYM, por sus siglas en inglés) suplementado con rifampicina y nistatina [5 y 50 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente]. Las placas se incubaron a 30°C por cuatro semanas, se revisaron semanalmente y al momento de observar las primeras colonias, comenzó la selección y el aislamiento, el cual se extendió por más de ocho semanas. Los aislados se purificaron y conservaron. Veinte cepas se seleccionaron, y la producción de auxinas (A), la producción de sideróforos (B) y la solubilización de fosfato tricálcico (C) se evaluó en todas. Para (A) se utilizó la técnica del papel filtro, reactivo de Salkovski y la escala de las cruces, para (B) se utilizó medio CAS (medio GYM suplementado con cromo azurol-S), presencia/ausencia de halos amarillos/naranjas que se midieron en milímetros, y para (C) se utilizó medio Pikovskaya y presencia/ausencia de halos de solubilización. Las veinte cepas produjeron compuestos indólicos (auxinas, entre ellas el ácido indol acético o AIA) y sideróforos. Sin embargo, ninguna mostró la capacidad de solubilizar fosfato tricálcico. Las cepas muestran una producción diversa tanto de auxinas (cualitativa) como de sideróforos (cuantitativa), y más del 90% son candidatos de bioprospección de crecimiento vegetal. El suelo presentó un $\text{pH} = 6.06$, un $\% \text{M.O.} = 2.25$, una $\text{C.E.} = 0.89 \text{ mS/cm}$ y una $\text{C.I.C.} = 24.17 \text{ meq/100g}$. Nuestro trabajo muestra el potencial de microorganismos cultivables habitantes de una Milpa de temporada y reafirma esta técnica de cultivo ancestral, la Milpa, como óptima para el suelo y los microbios presentes.

Hongos micorrízicos arbusculares, biochar y su efecto sobre la herbivoría del gusano cogollero del maíz

Raúl Omar Real-Santillan^{1,2*}; José Alfredo Rivera-García¹; Tsiri Díaz³; Luis López Pérez¹; Carlos E. Gonzalez-Esquivel³; John Larsen³

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales UMSNH; Carretera Morelia Zinapécuaro Kilómetro 9.5, 58880 Tarímbaro, Michoacán.

²Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701 Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, C.P. 58190, Morelia Michoacán, México.

³Instituto de Investigaciones en Ecosistema y Sustentabilidad UNAM; Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, IIES-UNAM, 58190 Morelia, Michoacán.

*Autor de correspondencia: raul_omar@iies.unam.mx

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales más sembrados en el mundo. En México, es el principal alimento de la población mexicana. Para mejorar los rendimientos de este cultivo, además del uso de fertilizantes, se está impulsando el uso de promotores de crecimiento vegetal. Entre estos se encuentran los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA), que forman una simbiosis generalmente mutualista con las plantas, mejorando su calidad nutricional y, además, les brindan protección fitosanitaria. Otra alternativa es el uso del Biochar, el cual tiene las propiedades de mejorar la fertilidad de las plantas entre otras funciones. Sin embargo, el cultivo de maíz se ve afectado por varias especies de insectos herbívoros, entre los que destaca el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* Smith, el cual consumen su tejido vegetal y provoca pérdidas a los agricultores. Aunque hay trabajos que ponen a prueba la interacción entre maíz y este insecto, no hay trabajos donde se ponga a prueba el efecto de estos dos promotores de crecimiento sobre los insectos herbívoros en un mismo sistema. Por tanto, para conocer sobre este tema, realizamos un experimento multifactorial en un invernadero, con dos inóculos de HMA (*Rizhophagus irregularis* y un consorcio nativo), Biochar, y *S. frugiperda* en plantas de maíz. Los resultados principales, que el Biochar disminuye el daño a las plantas por herbivoría y que tiene efectos positivos sobre los HMA, sin embargo, tiene efectos negativos sobre el desarrollo del maíz. Se concluye, que los promotores de crecimiento pueden afectar a la planta y a los insectos herbívoros. No obstante, es necesario realizar más experimentos donde se pruebe esta interacción, principalmente variando las concentraciones de Biochar.

Efectos de los microorganismos promotores de crecimiento vegetal en las interacciones planta-polinizador

Raúl Omar Real Santillan^{1,2}; Gabriel Mendoza Flores²; Luís López Pérez¹; Carlos González Esquivel²; John Larsen; Joset Tsiri Díaz Guerrero^{2*}

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

²IIES-UNAM, Antigua carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de la Huerta, 58190 Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: tdiaz@iies.unam.mx

La inoculación de microorganismos benéficos, como *Trichoderma* y *Azospirillum*, en plantas de chile es una estrategia prometedora para promover su crecimiento y productividad, además de contribuir a una agricultura sostenible. Estos microorganismos además de sus efectos benéficos pueden modificar las interacciones planta polinizador, mediante la producción de compuestos volátiles o algún tipo de señal olfativa. Desafortunadamente, no hay estudios sobre los efectos de *Trichoderma* y *Azospirillum* en las interacciones planta-polinizador en Chile. En este contexto, el presente trabajo se enfoca en evaluar el efecto de diferentes microorganismos en desarrollo de las plantas de Chile, incluyendo *Trichoderma*, *Azospirillum*, una mezcla de ambos y un grupo control sin inoculación, y los consecuentes efectos en la polinización de la abeja de la miel (*Apis mellifera*). Para este estudio, se implementó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos *Trichoderma*, *Azospirillum*, combinación de *Trichoderma* con *Azospirillum* y un tratamiento control con diez repeticiones por tratamiento, sumando un total de 40 unidades experimentales. Para medir el aporte de los microorganismos en el crecimiento de las plantas, se hicieron mediciones de clorofila, altura de plantas y número de botones. Cuando las plantas se encontraban en floración, se colocó una colmena de abejas *Apis mellifera*, las cuales se dejaron forrajear libremente en las plantas de Chile durante unos 15 días, una vez establecida la colonia se analizó la atracción planta polinizador mediante observaciones de 1 hr al día. Los resultados muestran una promoción del crecimiento de las plantas inducido por *Trichoderma* y un incremento en la producción de botones y en la clorofila debido a la inoculación de *Azospirillum*. Finalmente, un incremento en la atracción del polinizador en los tratamientos de *Azospirillum* mas *Trichoderma*.

Descripción de hongos xilófagos y cromógenos recuperados de puntos del interior de Michoacán

Carlos Alberto Urtis Flores¹; Wuilver Eder García Reynoso¹; Velázquez Becerra Crisanto¹

¹División de Estudios de Posgrado, Facultad en Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Avenida Francisco J. Múgica, S/N, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Morelia, Michoacán de Ocampo, México

*Autor de correspondencia: 1316102a@umich.mx

Debido a sus características únicas, los hongos han sido clasificados como un reino independiente con una gran plasticidad genotípica/fenotípica que presenta algunos desafíos sociales, pero también una fuente de potencial biotecnológico promisorio que puede impactar de manera positiva en diferentes sectores industriales indispensables para el progreso colectivo de la sociedad humana. El trabajo consistió en dos etapas 1) descripción de hongos xilófagos y cromógenos en una zona poco descrita de Michoacán y 2) evaluación de interacciones entre sustancias preservantes de la madera, componentes estructurales y los hongos recuperados. Con la finalidad de caracterizar a los organismos localizados; se realizó una recolección de muestras en comunidades donde el aprovechamiento de los recursos forestales es de relevancia económica y social, la identificación de las entidades biológicas fue mediante técnicas microbiológicas descriptivas tradicionales y corroborada mediante el análisis de secuencias ribosomales 18s e ITS logrando identificar 9 géneros fúngicos macromicetos y 5 micromicetos, adicionalmente se recuperaron otros macromicetos y micromicetos (7 y 30 respectivamente) de hábito lignícola que se encuentran en proceso de identificación; para la secuenciación de los organismos se cuentan con pools mezclados que se encuentran dentro de los rangos de absorbancia $\lambda 260/280$ con valores entre 1.8-2.2 con una concentración entre 5.5-11 nanogramos por microlitro, asegurando los extractos genómicos con control de calidad para procesamiento bioinformático posterior. La correcta identificación de los agentes etiológicos y la descripción filogenética permitirá aumentar la base de datos de hongos ubicados en la región con potencial biotecnológico inexplorado; aunado a lo anteriormente citado, la evaluación de la resistencia y su respuesta específica ante los preservantes utilizados en diferentes concentraciones por parte de estos, genera información útil para la gestión de políticas públicas conscientes e informadas y en la medida de lo posible una colección de especies fúngicas de interés.

Evaluación de Actinobacterias de Cuatro Ciénegas, Coahuila como Promotores de Crecimiento en Plántulas de *Solanum lycopersicum* (var. Cherry / Micro-Tom)

Valeria Alejandra Mora Turrubiate¹; Arnaut Hamlet Avilés Arnaut^{1*}; Susana de la Torre Zavala²; María Julissa EK Ramos³; Katiushka Arévalo Niño⁴, Elva Teresa Aréchiga Carvajal⁵

¹Laboratorio 5, Instituto de Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Av. Pedro de Alba s/n cruz con Ave. Manuel L. Barragán s/n, Cd. Universitaria, C.P. 66450, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

²Laboratorio 9, Instituto de Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

³Laboratorio de Inmunología y Virología, Unidad de Formación de Biólogos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

⁴Laboratorio 1, Instituto de Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

⁵Laboratorio de Micología y Fitopatología, Unidad de Manipulación Genética, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

***Autor de correspondencia:** hamlet.avilesarn@uanl.edu.mx

Cuatro Ciénegas, Coahuila, es un ecosistema único conocido por sus características biológicas y su amplia diversidad microbiana. Entre los microorganismos que destacan en este entorno se encuentran las actinobacterias, un grupo de bacterias grampositivas conocidas por su capacidad de producir metabolitos secundarios de importancia biotecnológica, así como compuestos bioactivos que han demostrado ser efectivos en la mejora de la salud y el crecimiento de las plantas. En el presente trabajo se exploró el potencial de 3 cepas de actinobacterias aisladas de Cuatro Ciénegas, Coahuila (518, 670 y 198) como promotores de crecimiento en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* var. Cherry y Micro-Tom) en condiciones *in vitro*. Los factores considerados para evaluar fueron tasa de germinación, tiempo de germinación, longitud total de raíz principal y número de raíces secundarias. El bioensayo consistió en 5 tratamientos realizados por triplicado: exposición a las actinobacterias 518, 670, 198 de forma individual, en consorcio y un control negativo. Los resultados indican que las plántulas expuestas a las diferentes cepas de actinobacterias muestran un crecimiento significativo en comparación con los controles no inoculados. Estas mejoras se atribuyen a la capacidad que tienen las actinobacterias para producir compuestos bioactivos que favorecen el crecimiento de las plántulas, representando una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos en la agricultura.

Efecto de la aplicación de hongos micorrízicos arbusculares sobre en la germinación de *Capsicum annuum* L. y *C. chinense* Jacq.

Yamilet Mora Soto^{1*}; Alfredo Reyes Tena¹; Nuria Gómez Dorantes¹; Raúl Cárdenas Navarro¹; Juan Carlos Álvarez Hernández²; Luis López Pérez¹

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

²Intituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Apatzingán, C.P. 60781. Antúnez, Parácuaro, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: 1132958f@umich.mx

Las micorrizas incrementan la calidad y productividad de los cultivos, disminuyen el empleo de fertilizantes por el aporte de nutrientes y agua a la planta, brindan resistencia contra enfermedades y reducen la erosión del suelo. En este trabajo se estimó el porcentaje de colonización micorrízica en distintas variedades de chile, con la finalidad de utilizarse para pruebas posteriores. Se emplearon cuatro cultivares de *Capsicum annuum* (jalapeño, serrano, güero, caribe) y *C. chinense* (habanero), a los cuales se les inoculó un producto comercial de micorrizas a base de *Glomus intraradices* y *G. fasciculatum*. Las semillas se sembraron en charolas que contenían una mezcla de arena roja y blanca (1:1 p/p), en esta se adicionó 12 g de la micorriza comercial de modo que estuviera incorporada junto a las semillas. Las charolas se mantuvieron a capacidad de campo mediante riegos diarios con agua desionizada. Se determinó como variables respuesta el porcentaje de germinación y la colonización micorrízica. Los resultados mostraron a los 19 días después de la siembra, una germinación asincrónica, destacando el cultivar jalapeño una germinación del 58% y serrano con 50% comparado con habanero que presento un 72% a diferencia del chile güero y caribe con 0%. A su vez, el porcentaje de colonización micorrízica para serrano fue del 78.3% a diferencia del habanero con un 71.6%. Asimismo, en la existencia de estructuras micorrízicas se registró en jalapeño y serrano la presencia de arbusculos, hifas y vesículas mientras que en el habanero se visualizaron hifas y vesículas. En conclusión, las micorrizas tienen efectos en la germinación de semillas de chile, por lo que es necesario tener en cuenta este factor además de la luz, humedad, etc., ya que la asociación simbiótica entre las especies con el inóculo micorrízico son determinantes en la germinación y se sugiere más investigaciones al respecto.

Cepas fúngicas tolerantes al estrés abiótico asociadas al cultivo de maíz (*Zea mays*) en el Valle del Yaqui, México

Alina Escalante-Beltrán¹; Pamela Helué Morales-Sandoval¹; Karem M. Figueroa-Brambila¹; Sergio de los Santos-Villalobos¹; Fannie Isela Parra-Cota^{2*}

¹Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818, Col. Centro, Cd. Obregón, 85000, Sonora, México.

²Campo Experimental Norman E. Borlaug, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Norman E. Borlaug Km. 12, 85000, Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, México.

*Autor de correspondencia: parra.fannie@inifap.gob.mx

El cultivo de maíz es muy importante a nivel mundial y se siembra en casi 100 millones de hectáreas. Sin embargo, enfrenta desafíos debido al cambio climático, como sequías e incrementos en la temperatura, afectando la fotosíntesis, el vigor, la transpiración y el crecimiento, lo que reduce su productividad en un 50-82%. El objetivo de este trabajo fue identificar hongos promotores del crecimiento vegetal con tolerancia a distintos tipos de estrés abiótico (hídrico, térmico y salino) mediante técnicas microbiológicas. Se reactivaron 8 hongos aislados del suelo asociados a cultivos de maíz en el Valle del Yaqui, Sonora, México, se encuentran resguardados en la Colección de Microorganismos Edáficos y Endófitos Nativos del Instituto Tecnológico de Sonora (COLMENA-ITSON). Posteriormente se caracterizaron macroscópicamente y microscópicamente. Para evaluar la tolerancia de las cepas al estrés hídrico, se realizaron ensayos en cajas Petri con agar dextrosa de papa y polietilenglicol (PEG) 6000, con un potencial hídrico de -0.84 MPa. Para el estrés salino, se usaron cajas Petri con NaCl al 5%, y para el estrés térmico, las cajas Petri con PDA se incubaron a 42°C. El crecimiento de las cepas se determinó midiendo el diámetro de colonia, tomando como referencia el crecimiento de la colonia de la cepa bajo condiciones control (100%). De las 8 cepas recuperadas, 5 mostraron una resistencia del 100% al estrés hídrico y 3 presentaron una resistencia del 10-50%. En cuanto al estrés térmico, solo 2 cepas tuvieron una resistencia superior al 10%, destacando la cepa 31B41 con un 48.9%. Respecto al estrés salino, 4 cepas mostraron una tolerancia del 100%, mientras que 3 cepas tuvieron una resistencia entre el 10-50%, únicamente la cepa 23B71.1 no mostró resistencia a este tipo de estrés. Los hongos tolerantes identificados son candidatos para evaluar su potencial de promoción de crecimiento bajo estrés abiótico.

Influencia de las interacciones bacterianas en su capacidad como bacterias promotoras de crecimiento vegetal: ¿Cooperación o competencia?

Frida Michelle Islas González^{1*}; Rocío Hernández León²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, ENES Unidad Morelia.

²Profesora en la Universidad Nacional Autónoma de México ENES Morelia, líneas de investigación en Ecología, Micología y Microbiología.

*Autor de correspondencia: michislas16@gmail.com

Las PGPB ofrecen muchas ventajas a las especies vegetales como la fijación de nitrógeno, la solubilización de fosfatos, la excreción de fitohormonas como auxinas (IAA), citoquininas (Z), giberelinas (GA3) y producción de reguladores de crecimiento que ayudan a la planta en cada etapa de desarrollo. Además de estas ventajas se ha reportado en la literatura que ayudan al control de fitopatógenos y a la protección contra el estrés ambiental. Los metabolitos secundarios son moléculas extracelulares y muchos procesos relevantes ocurren extracelularmente como la solubilización y la mineralización, estos procesos son la base del reciclaje biológico del fósforo ya que las enzimas necesarias para su biodisponibilidad son la fosfatasa, CP liasas, fosfonatos y fitasa. Los metabolitos secundarios de las bacterias se liberan al medio en su fase estacionaria de crecimiento ya que cumplen funciones biológicas como armas competitivas, hormonas sexuales y efectores de diferenciación (QS). Actualmente uno de los limitantes al utilizar PGPB's en campo sin un vehículo o formulación correcta es que, posteriormente a la inoculación en el suelo hay una drástica disminución de la población bacteriana focal o nula colonización, por lo que no se obtiene una buena actividad rizosférica que otorgue ventajas a la planta. La fase o estado fisiológico del recurso bacteriano es importante a la hora de la aplicación y es por esto que se propone utilizar el extracto libre de células el cual ofrece una forma eficiente de aprovechar los metabolitos secundarios de las bacterias. Aunado a esto la dinámica ecológica y social entre las bacterias tiene consecuencias importantes en la configuración y estructura de las comunidades polimicrobianas del suelo (Abisado RG,2018). Bajo estas premisas, la hipótesis de este trabajo es que los extractos libres de células de bacterias crecidas en comunidad tienen un menor efecto sobre las especies vegetales que las que fueron crecidas de forma individual, ya que las bacterias compiten por recursos cuando crecen en comunidad y pueden inhibirse entre ellas.

Aislamiento, identificación y evaluación de hongos entomopatógenos obtenidos de muestras de suelo en cultivos hortícolas.

Franci Yunuen Chávez Morelos¹; Arlette Alejandra Zamora González¹; Luis Daniel Salas Magdaleno¹; Miguel Bernardo Nájera Rincón^{2*}

¹Universidad Tecnológica de Morelia.

Av. Vicepresidente Pino Suárez 750, Cd Industrial, 58200 Morelia, Michoacán, México

²Campo Experimental Uruapan, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Av. Latinoamericana No. 1101, Colonia Revolución, C.P.60150, Uruapan, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: minaj47@hotmail.com

Como parte del proyecto CONAHCYT-PRONACES titulado “Alternativas agroecológicas integradas para minimizar el uso de plaguicidas en sistemas hortícolas” en el municipio de Copándaro Michoacán, se obtuvieron 24 muestras de suelo en tres sistemas de producción: convencional, integrado y agroecológico. Las muestras se procesaron en el laboratorio de agroecología del IIES-UNAM. Se preparó una suspensión madre de suelo y posteriormente se hicieron diluciones 10^{-2} y 10^{-3} que fueron plaqueadas por triplicado en medio de cultivo semi selectivo para hongos entomopatógenos. Las cajas se incubaron en obscuridad total durante 5 días a $26\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Pasado el tiempo se realizó la identificación de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) y estructuras morfológicas de los hongos entomopatógenos utilizando el estereoscopio OLYMPUS SZX7 y de contraste de fases OLYMPUS BX41. Se seleccionaron 22 aislados con morfología asociada a *Beauveria bassiana*, y 5 aislados de *Metarhizium anisopliae*. Para evaluar en una primera fase su potencial como agentes de control biológico, se desarrolló un bioensayo de prueba máxima en larvas séptimo estadio de *Tenebrio molitor* como insecto modelo susceptible a la infección. El bioensayo se realizó bajo un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones y consistió en colocar 10 larvas de *T. molitor* en cajas Petri para cada uno de los aislados, se incluyeron dos tratamientos testigo únicamente con medio de cultivo (PDA), los insectos estuvieron en contacto con los hongos durante 3 minutos, posteriormente, cada una de las larvas se colocó en recipientes individuales con papel filtro estéril y 150 μL de agua destilada estéril, se incubaron a $26\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Se realizaron observaciones cada tercer día para detectar síntomas de infección y mortalidad. Los resultados indican que 14 aislados de *B. bassiana* presentaron porcentaje de mortalidad entre el 85 y 100% a los 11 días después de la aplicación (DDA) y tres de *M. anisopliae* a los cuatro DDA. Se concluye que 17 aislados fueron seleccionados para ser evaluados en una segunda etapa en larvas de insectos rizófagos.

Bacteria *Paraburkholderia caledonica*: Una opción para disponibilidad de P en un suelo alcalino

Gary Uziel Corrales Martínez¹; Cynthia Roxana Maceda Ramírez¹; Raymundo Jr. Jimenez Garrido¹; César Rojas Loria¹; Iván Pável Moreno Espíndola¹; Mariela Hada Fuentes Ponce¹; Cristian Alejandro Reyna Ramírez¹

¹Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco. Calz. Del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Coyoacán, 04960 Ciudad de México, CDMX.

*Autor de correspondencia: 2232800665@alumnos.xoc.uam.mx

El fósforo (P) es un nutriente con baja disponibilidad en el suelo, por lo que, en sistemas agrícolas convencionales, se aplican fertilizantes fosfatados de síntesis industrial que se encuentran en forma de sales. La aplicación continua de este tipo de fertilizantes impacta negativamente al ambiente, por lo que se han buscado alternativas eco amigables para la nutrición vegetal. El presente trabajo tuvo como objetivo generar estrategias de fertilización basadas en el uso de la microbiota local, la bacteria *Paraburkholderia caledonica* y una especie de Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA), de un suelo semiárido de la Mixteca Oaxaqueña. Se realizó un experimento en condiciones de invernadero, usando como planta modelo una variedad de jitomate nativo (*Solanum lycopersicum*). Se analizaron 18 tratamientos (n=3), en los cuales se aplicó (o no): abono verde, estiércol, HMA y *P. caledonica*. Los tratamientos con bacteria a 1.2×10^9 UFC mL⁻¹ y HMA, sin abono, presentaron los valores más altos de biomasa. La mayor concentración de P en hoja se presentó en los tratamientos con bacteria a 5.6×10^8 UFC mL y 1.2×10^9 UFC mL y sin HMA con estiércol (0.41 y 0.38 ppm respectivamente). Todos los tratamientos con estiércol presentaron los mayores contenidos de P en suelo (10-13 ppm), sin embargo, no fue significativo respecto al P en suelo control (8.5 ppm), lo cual indica que hay P pero no está disponible. En cambio, los resultados de los tratamientos con mayor concentración de P en hoja sugieren que la presencia de *P. caledonica* posiblemente solubilizó parte del P del suelo, que también se observó en una mayor biomasa, donde también fue significativa la presencia de HMA. Estos resultados contribuyen al conocimiento y aprovechamiento de la biodiversidad microbiana de los sistemas agrícolas y destaca el potencial de aplicaciones en la agricultura sustentable a través del uso de inoculantes microbianos.

SESIÓN 3. PRODUCCIÓN, FORMULACIÓN, CONTROL DE CALIDAD Y APLICACIÓN DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS

Principios de aplicación de microorganismos entomopatógenos

Tamayo-Mejía, F.^{1*}, Alatorre-Rosas, R.²; Ocampo-Hernández, J. A.³

¹Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural. Av. Irrigación 102 A, Col. Monte Camargo, C.P. 38010, Celaya, Gto.

²Colegio de Postgraduados. Fitosanidad. Entomología y Acarología. Carr. México-Texcoco Km. 36.5, C.P. 56230, Montecillo Edo. de Méx.

³Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato. Av. Siglo XXI No. 1156, Predio Los Sauces, C.P. 36547, Irapuato, Gto.

***Autor de correspondencia:** ftamayo@guanajuato.gob.mx

Los microorganismos entomopatógenos son entes vivos que requieren condiciones especiales de uso y manejo para obtener el mayor provecho de los mismos durante su aplicación en campo. Aplicar bacterias, virus, nematodos u hongos entomopatógenos, requiere de especificaciones propias para cada caso, incluso, durante la aplicación de diferentes especies de hongos entomopatógenos por ejemplo de los géneros *Beauveria*, *Metarhizium* o *Lecanicillium*, se necesitan de algunas diferenciaciones por las particularidades intrínsecas que cada uno de ellos presenta, tales como la hidrofobicidad o tolerancia a la presión de aplicación.

Muchas plagas del follaje en los cultivos tienen hábitos crípticos, y esta característica biológica se debe tomar en cuenta para la aplicación de los microorganismos que actúan por contacto o ingestión, haciendo necesario que, durante la pulverización, se tengan que formar gotas pequeñas para cubrir sus nichos de hábitat y tratar de que cada una de ellas contenga material infectivo, para con ello, distribuir de la manera más uniforme a las unidades infectivas. Lo anterior puede lograrse a través de la presión de aplicación, el tipo de boquilla, utilizando coadyuvantes, configurando adecuadamente las boquillas, entre otros factores. Durante esta plática, se profundizará en cada uno de estos aspectos, mostrando ejemplos específicos donde se han alcanzado resultados satisfactorios de control de plagas, que compiten favorablemente con los insecticidas químicos.

Diseño, producción y aplicación de inoculantes bacterianos: 35 años de experiencia

Lucía López Reyes¹; Leticia Gómez Velázquez¹; Guadalupe Medina de la Rosa¹; Oscar Felipe Rendón¹; Armando Tapia Hernández¹; Moisés G. Carcaño Montiel^{1*}

¹Laboratorio de Microbiología de Suelos, Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Edificio IC 11 Ciudad Universitaria. Colonia San Manuel, Puebla Pue. México.

²CONAHCYT.

*Autor de correspondencia: moises.carcano@correo.buap.mx

Se han desarrollado biotecnologías para la biofertilización de los cultivos para una agricultura intensiva, que lejos de demandar más inversiones, requiere disminuir costos. La inoculación con bacterias benéficas fijadoras de nitrógeno (BFN) del género *Azospirillum* tiene por objetivo reducir la aplicación de fertilizantes nitrogenados en los sistemas de producción y mejorar los rendimientos. En la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) desde 1980 se inician los estudios de aislamiento de BFN para formar una colección bacteriana procedente de diferentes cultivos y regiones de México para evitar la biopiratería. Las bacterias se aíslan del sistema suelo/planta y dependiendo de la bacteria se preparan los medios de cultivo hasta llegar a la caracterización. Para BFN se detecta la capacidad de fijación biológica a través de pruebas de reducción de acetileno (actividad nitrogenasa), la detección de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal, detección de sideróforos y bacteriocinas. Se inocula generalmente en la semilla con poblaciones de bacterias benéficas en concentraciones de 10⁸ unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo o mililitro del producto. Las bacterias son capaces de poner a disposición de las plantas una parte importante de los nutrimentos mediante su actividad biológica, además de suministrar sustancias hormonales o activadoras del crecimiento de las plantas aumentando el sistema radical. Se cuenta con una planta de producción de biofertilizantes de diferente capacidad productiva. Se preparan los fermentadores con medios de cultivo a base de fuentes de carbono, sales minerales y vitaminas. Se han reportado incrementos en el cultivo de trigo de 23% a 63% y de 29% a 43% en maíz con ahorro del 50% del fertilizante sintético comparado con el paquete tradicional. Se trabaja con bacterias benéficas fijadoras de nitrógeno, previamente evaluadas en los laboratorios y con ensayos a gran escala en campo con resultados satisfactorios para el productor para una agricultura sustentable.

Uso de los productos comerciales ITERRA para mejorar el crecimiento y rendimiento de maíz H-318

Rocío Hernández León^{1*}; Daniela Eréndira Acatitla Mote¹; Miguel Ángel Guinto Garay¹;
David Vargas Tejeda¹; Daniel Rojas Solís¹; Fernando Valdez Téllez²

¹SOLI CONSULTORA S.A de C.V. Primo Tapia #35 Jesús del Monte C. P. 58350 Morelia Michoacán, México.

²SEMILLAS MILPAL. Carretera Copándaro-Chucandiro km 6 S/N Arumbaro Arumbaro, 58874 Copándaro de Galeana, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: consultorialterra@gmail.com

El maíz es uno de los cultivos más importantes económica, social y culturalmente en México. En este trabajo se evaluó el efecto de los productos biológicos ITERRA en cultivos de maíz H-318, variedad producida por la empresa SEMILLAS MILPAL, se utilizaron DUO-TERRA (consorcio de *Pseudomonas* sp.) y TH-TERRA (*Trichoderma* sp.), estos microorganismos fueron caracterizados molecular y taxonómicamente. La evaluación de su efecto sobre las plantas de maíz se determinó en diferentes etapas. Se aisló al agente causal de la enfermedad secadera de maíz (*Fusarium* sp.), se realizaron ensayos de antagonismo encontrando que *Trichoderma* sp. inhibió significativamente el crecimiento del hongo. Cabe destacar que también se determinó el efecto antagónico de aislados nativos de los cultivos de maíz (6 y 7 C) y aislados obtenidos de otros cultivos, la cepa 3ZAC (identificada molecularmente como *Bacillus velezensis*) fue quien mayormente inhibió el crecimiento de *Fusarium* sp. Posteriormente, se determinó el efecto de la inoculación de las semillas de maíz H-318, los resultados mostraron un aumento en la longitud de la raíz y parte aérea de 26.9 y 25% respectivamente en comparación con las plantas control, esto mismo pudo observarse para el peso seco y la vigorosidad al incrementar en un 15.5 y 24%. Finalmente, se realizaron aplicaciones continuas de DUO y TH-TERRA en campo, logrando identificar una menor incidencia de daño ocasionado por *Fusarium* sp. en las plantas tratadas. Finalmente, los tratamientos con microorganismos mejoraron los rendimientos en alrededor de un 15%. En conclusión, los productos ITERRA representan una alternativa para mejorar el crecimiento y rendimiento de cultivos de maíz H-318.

Optimización en la producción de auxinas a escala industrial a partir de microorganismos aislados de suelo aplicados a cultivo de jitomate

Dayana Brislet Martínez Torres¹; Josué Altamirano Hernández^{1,2*}

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Avenida Francisco J. Múgica S/N Ciudad Universitaria C.P. 58030, Morelia, Michoacán, México

²Centro de Innovación y Desarrollo Agroalimentario de Michoacán. Kilómetro 8. Antigua carretera a Pátzcuaro, S/N. Col. Otra no especificada en el catálogo. C.P. 58341. Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: josue.altamirano@umich.mx; jaltamirano@cidam.org

El cultivo de jitomate en agricultura protegida se ha incrementado de manera importante en los últimos años, siendo común la aplicación de reguladores de crecimiento para estimular el desarrollo y rendimiento bajo estas condiciones de producción. En este sentido, la producción de auxinas por rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal ha sido ampliamente documentado, constituyendo la base para el desarrollo biotecnológico de insumos para el sector agrícola. En el presente trabajo se realizó la evaluación de 9 rizobacterias aisladas de cultivos nativos de Michoacán y caracterizadas como productoras de auxinas, después de realizar el escrutinio se eligió la rizobacteria *Enterobacter cloacae* G50-78 por su mayor capacidad para producir auxinas, se implementó un medio de cultivo para obtener una alta densidad celular (1×10^{12} UFC mL⁻¹), se evaluó temperatura, pH, tiempo de incubación, concentración y fuente de triptófano (precursor de la hormona), con la finalidad de generar las bases de cultivo óptimo para la producción industrial de auxina a partir de esta rizobacteria. Se registró una máxima producción de auxinas de 57 mg por mL de cultivo. Posteriormente, se centrifugó el medio de cultivo para obtener un extracto libre de células, y se evaluó su capacidad para promover del desarrollo en plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) de un mes de edad, aplicando diferentes volúmenes (0 a 3 mL con incrementos de 0.5 mL). 15 días después de la aplicación de los extractos, se evaluaron parámetros morfométricos en las plántulas tratadas, los resultados mostraron un efecto dosis dependiente, el mejor tratamiento fue la aplicación de 1.5 mL del extracto, llegando a triplicar el desarrollo del área radicular, peso y longitud radicular de la plántula con respecto al control. En el número de hojas, el mejor tratamiento fue la aplicación de 3 ml, con un incremento del 58% en comparación al control.

Evaluación del potencial biofertilizante de un consorcio microbiano fotosintético producido en fotobiorreactor

Dulce Jazmín Hernández-Melchor^{1*}; Orlando Catalán-Barrera¹; Ronald Ferrera-Cerrato¹;
Alejandro Alarcón¹

¹Microbiología de Suelos, Postgrado de Edafología. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco Km 36.5, Montecillo CP 56264, Texcoco, Estado México, México. Tel. (55) 58045900 ext. 1024.

*Autor de correspondencia: hernandez.dulce@colpos.mx

Los consorcios microbianos fotosintéticos a base de microalgas y cianobacterias son alternativas sustentables como biofertilizantes ya que poseen características de importancia agronómica, además de producirse en sistemas técnicos de bajo costo denominados fotobiorreactores. Este estudio evaluó el potencial biofertilizante de un consorcio microbiano fotosintético (CM), aislado de suelo rizosférico sin fertilizar de maíz Olotón, proveniente del estado de Oaxaca, México. La producción del CM se llevó a cabo en un fotobiorreactor tipo air-lift triangular de 6 L utilizando medio mineral BG-11 durante 28 días en cultivo por lote, a temperatura ambiente, un flujo de aire de 3 L/min y una cantidad de luz de 80 μmol fotones/ m^2s^1 . Durante la cinética se evaluó el desempeño biológico del cultivo (Biomasa, Clorofila *a*, y consumo de fósforo y nitrógeno). Para evaluar el potencial biofertilizante del CM se realizaron ensayos de germinación de semillas y altura de plántulas de lechuga tipo italiana var. Starfighter, utilizando biomasa en suspensión y sobrenadante de cultivo del CM (5, 2.5 y 1 mL). Al día 28 de la cinética del CM, se obtuvo una concentración de biomasa y de clorofila *a* igual a 140 y 2.82 mg/L, respectivamente; así mismo, la concentración final de fósforo y nitrógeno fue de 3.2 y 0.085 mg/L, respectivamente, sin llegar a ser nutrientes limitantes para el crecimiento del CM. El tratamiento que produjo la mayor altura de las plántulas al día 8, correspondió a la aplicación de 5 mL de sobrenadante de cultivo (con 70% germinación), seguido del tratamiento con aplicación de 5 mL de biomasa en suspensión (90% germinación), comparados con los controles (agua destilada, y medio mineral BG-11). Lo anterior demuestra la importancia de los metabolitos excretados al medio de cultivo por el CM, y la generación de biomasa del mismo para poder ser incorporado como biofertilizante.

Agradecimientos: Al Colegio de Postgraduados por el financiamiento otorgado (CONV_ENASAS_2024_08) para el desarrollo del presente estudio.

Evaluación de la eficacia de la inoculación líquida y sólida de bacterias promotoras del crecimiento en el rendimiento del maíz híbrido

Javier Tinoco Salazar¹; Blanca Ivette Pérez Pérez¹; Viviana Melgoza Esparza¹; Josué Altamirano Hernández^{1*}

¹Instituto de Investigaciones Químico Biológicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Avenida Francisco J. Múgica S/N Ciudad Universitaria C.P. 58030, Morelia, Michoacán, México

²Instituto de Investigaciones Químico Biológicas. CONAHCYT-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

³Centro de Innovación y Desarrollo Agroalimentario de Michoacán. Kilómetro 8. Antigua carretera a Pátzcuaro, S/N. Col. Otra no especificada en el catálogo. C.P. 58341. Morelia, Michoacán, México.

***Autor de correspondencia:** josue.altamirano@umich.mx

La aplicación de bioinoculantes en maíz ha sido ampliamente estudiada en su forma líquida; sin embargo, las aplicaciones sólidas han recibido menor atención. Por ello, en este estudio se realizó una comparativa entre dos formas de aplicación de bioinoculantes a base de bacterias promotoras del crecimiento: aplicación sólida y aplicación líquida en maíz híbrido H-318. Para el estudio, se cultivaron cuatro bacterias (*Peaenibacillus polymyxa*, *Pseudomonas putida*, *Azotobacter spp* y *Azospirillum brasilense*) en medio líquido durante 48 horas. Esta solución bacteriana se utilizó directamente en las semillas y también se procedió a su secado para la aplicación en forma sólida. En ambos casos, se ajustó a una concentración de 1×10^8 UFC. Las semillas se esterilizaron y se utilizó peatmoast estéril como sustrato. Las plantas se mantuvieron en el exterior con riegos diarios hasta alcanzar la capacidad de campo. Se realizó un conteo de semillas germinadas y, a los 15 días de crecimiento, se midieron el largo de la raíz, la parte aérea y el tallo, así como el número de raíces y el peso seco y húmedo. Los tratamientos sólidos mostraron una mejora en la longitud de la raíz en comparación con el control, con *Azotobacter* alcanzando 26.92 cm frente a los 20.22 cm del control. En cambio, los tratamientos líquidos no superaron a los controles, siendo estadísticamente iguales o inferiores. Comparando tratamientos líquidos y sólidos, los sólidos fueron estadísticamente superiores. En particular, *Azotobacter* sólido incrementó la longitud de la raíz en un 40% respecto al control, mientras que *Azotobacter* líquido la redujo en un 20%.

Evaluación del inoculante microbiano en el desarrollo de maíz nativo bajo una fertilización orgánica

María Isabel Franco-Remigio^{1*}; Juan Fernando Heredia-Ramírez¹; Leonel
Chávez-Álvarez²

¹Agroindustrial Biotech, carretera Uruapan-Pátzcuaro S/N, Toreo el Alto, Uruapan
Michoacán.

*Autor de correspondencia: direccióngeneral@biotech.mx

El presente estudio analizó la respuesta del maíz nativo de la zona de San Ángel Zurumucapio, Mich., con la aplicación de un consorcio microbiano, bajo una fertilización orgánica en condiciones de campo abierto. Los microorganismos utilizados en este proyecto son procedentes de distintos bosques de Uruapan, Mich. (*Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea*, *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas fluorescens*, *Rhizopagus irregularis*). El experimento consistió en inocular la semilla de maíz con el consorcio microbiano a una dosificación de 30 g/kg de semilla. Se estableció una parcela experimental de 15 m², cuatro surcos a una densidad de siembra de 30 cm entre plantas y 75 cm entre surcos. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un tratamiento, 34 repeticiones y 34 testigos a los cuales únicamente se les aplicó la fertilización orgánica, en un tiempo determinado de 3 meses. Las variables fueron, porcentaje de germinación, altura, grosor de tallo, número de hojas, porcentaje de espigas y porcentaje de mazorcas. Obteniendo un promedio de 181.5 cm de altura, 2.6 cm de grosor, 11 hojas, 84.9% de espigas y 39.6% de mazorcas para el inoculante y 153 cm de altura, 2 cm de grosor, 8 hojas, 69% de espigas y 13.3% de mazorcas para el testigo. Se realizaron análisis estadísticos, pruebas de tukey a alfa 0.05, para poder obtener porcentajes de germinación, espigas y mazorcas, los datos se analizaron en el programa JMP y promedios para las demás variables. En conclusión, el tratamiento con el inoculante mejoró significativamente el desarrollo y vigor de la planta, además de ejercer un efecto protector contra plagas y enfermedades.

Evaluación de un proceso de fermentación en estado sólido empleando espuma de poliuretano como soporte, para la producción de esporas viables de *Trichoderma asperellum*

Didier Orduña Montes¹; Héctor Daniel Villanueva Tierrablanca¹; Víctor Alfonso Sáenz Álvaro^{1*}; José Francisco Villaseñor Ortega²; José Luis Velasco Silva¹

¹Centro de investigación en Biotecnología Agrícola, Biokrone (CBB).

Domicilio conocido SN. SC. Rancho Particular Santa Rosa, Apaseo el Grande, Guanajuato

²Instituto Tecnológico Nacional de México en Celaya, Facultad de ingeniería Bioquímica.

Avenida Irrigación, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato, México.

*Autor de correspondencia: victoralfonso@biokrone.com

Se realizó el diseño de un proceso de fermentación en estado sólido (SSF: solid state fermentation) utilizando espuma de poliuretano (PUF: polyurethane foam) como soporte inerte, y se realizó un comparativo de una fermentación en estado líquido (LSF: liquid state fermentation) durante la obtención de conidios/esporas viables del hongo *Trichoderma asperellum*, considerando factores operacionales como la temperatura de incubación y la relación de inoculación. El uso de espuma de poliuretano como soporte inerte, ha demostrado ser una alternativa eficiente para la producción de esporas de *Trichoderma asperellum*, llegando a un rendimiento máximo de esporas de 1.8×10^8 UFC/mL, mientras que en la fermentación en estado líquido bajo las mismas condiciones se obtuvo un rendimiento máximo de 7.1×10^6 UFC/mL, lo que sugiere que la espuma de poliuretano proporciona las condiciones óptimas para el pronto desarrollo del hongo. Ambos procesos fueron sometidos a confrontaciones duales para evaluar la efectividad biológica in vitro, de acuerdo con el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas, preservando las propiedades antagónicas del hongo *T. asperellum* frente a hongos fitopatógenos.

Los resultados de las confrontaciones duales demostraron que, el porcentaje de inhibición más alto de *T. asperellum* en ambos tratamientos (SSF Y LSF), fue contra *Sclerotium rolfsii*, 75 % y 82 % respectivamente, seguido de *Rhizoctonia solani* con 74 % y 78 % de inhibición, respectivamente. El porcentaje de inhibición de la fermentación en estado líquido demostró tener una mayor efectividad contra *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sp.*, *Sclerotium rolfsii*, *Botrytis cinerea* y *Phytophthora sp.*, mientras que contra *Alternaria alternata*, *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma asperellum* obtenido por SSF presentó mayor inhibición que *Trichoderma asperellum* de la LSF.

Evaluación de la sinergia *Trichoderma*-nanopartículas para el control de patógenos de interés agrícola

Enrique García Mireles¹; Anaeth Vázquez Ramírez¹; Guillermo Herrera Pérez²; Patricia Amézaga Madrid¹; Margarita Sánchez Domínguez³; Claudia A. Ramírez Valdespino^{1*}

¹Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), Chihuahua, Chihuahua.

²Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías. Investigadores por México CIMAV Chihuahua.

³Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), Subsede Monterrey.

*Autor de correspondencia: claudia.ramirez@cimav.edu.mx

En el presente estudio se evaluó el efecto de nanopartículas metálicas de CuO, TiO₂ y Fe₃O₄ sobre la actividad biocontroladora de especies de *Trichoderma*. Se utilizó una cepa de colección, *T. atroviride* IMI206040, y un aislado de suelo nogalero identificado preliminarmente como *T. asperellum*. Primeramente, se realizaron análisis de tolerancia de *Trichoderma* creciendo en medio PDA adicionado con las diferentes nanopartículas (desde 0 hasta 200 ppm), para determinar una dosis donde *Trichoderma* no presentara un crecimiento aminorado comparando a cuando no hay presencia de nanopartículas. Posteriormente, se realizaron ensayos de antagonismo con dos especies de *Fusarium* y se determinó si las nanopartículas afectaban negativa o positivamente la actividad biocontroladora de *Trichoderma*. Interesantemente, se encontró que la cepa de *T. asperellum* tolera una mayor concentración de nanopartículas, así como su actividad biocontroladora es mayor a la cepa de colección, en presencia o ausencia de las nanopartículas. Preliminarmente, los resultados indican que las nanopartículas de CuO incrementan la actividad biocontroladora de *Trichoderma* sobre las dos especies de *Fusarium*. Así mismo, se observó que la presencia de las nanopartículas afecta la expresión de genes de *Trichoderma* asociados a micoparasitismo. Estos resultados sugieren que, una bionanoformulación a base de *Trichoderma*-nanopartículas de CuO tiene potencial para utilizarse en el control de *Fusarium*.

Producción de vermicomposta a partir de un contenedor compacto comercial y su uso en conjunto con microorganismos benéficos para la agricultura

Nancy Gómez Araujo¹; Héctor J. Quiroz González²; Luis A. Maldonado³; Erika T. Quintana^{1*}

¹Laboratorio de Bioprospección Microbiana, Departamento de Microbiología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México, México.

²Laboratorio de Microbiología del Suelo, Departamento de Microbiología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México, México.

³Facultad de Química, Departamento de Biología, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México, México.

***Autor de correspondencia:** equintanac@ipn.mx

La búsqueda e innovación de técnicas y/o métodos para mejorar las prácticas y/o técnicas agrícolas no es un tema nuevo, cambia y evoluciona, y más que nunca debe ser una alternativa que mejore y potencie la producción agrícola, y ayude a la conservación del suelo y su fertilidad. En este sentido la producción de biofertilizantes (vermi-composta) ricos en nutrientes de alta calidad, obtenidos en espacios pequeños, cerrados, *in vitro*, y usando contenedores comerciales compactos de fácil adquisición debería fortalecer su uso. En el presente proyecto se realizó una búsqueda exhaustiva de cinco vermi-compostadores comerciales de fácil adquisición, uso y de tamaño compacto. Se seleccionó uno, una mezcla de lombrices (*Eisenia foetida*), un sustrato de marca comercial y residuos orgánicos domésticos. La estrategia experimental consistió en 3 fases: I) el pre-compostaje de residuos orgánicos, colocados en un primer contenedor con el objetivo de evitar daños a las lombrices por la acción de lixiviados o altas temperaturas, II) el vermi-compostaje, en el cual los residuos pre-compostados se proporcionaron como alimento a las lombrices, para obtener productos de desecho (heces) de las lombrices, y III) la fase de maduración, donde existen reacciones secundarias de condensación y polimerización para la formación de ácidos fúlvicos y húmicos, y la vermi-composta. Se realizó un análisis fisicoquímico al producto terminado. Después de doce semanas de producción, se obtuvo y observó una vermi-composta de agregados estables, homogéneos, de tamaño entre 3 y 5 mm, de color café-negro, con olor a petricor o "tierra mojada", con pH=6.8, %H.R.=32.72%, %M.O.=3.21% y un %C.I.C.=22.07 meq/100g. La vermi-composta obtenida es candidata para utilizarse en conjunto con microorganismos benéficos para la agricultura, por ejemplo, aquellos que en nuestro grupo de investigación han sido evaluados y producen auxinas, sideróforos y/o solubilizan de fosfato tricálcico. Nuestra vermi-composta en conjunto con microorganismos benéficos seleccionados representa un nuevo panorama en beneficio del suelo y la agricultura.

Evaluación de viabilidad, pureza y concentración de productos comerciales de microorganismos benéficos para la agricultura

Ana Lidia Sandoval Pérez^{1*}; Erandi Frutos Hernández¹; Antonio González-Rodríguez¹

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, 58190 Morelia, Michoacán, México.

***Autor de correspondencia:** asandoval@iies.unam.mx

En la actualidad las alternativas amigables con el ambiente o agroecológicas son buscadas con la finalidad de implementar prácticas de manejo sostenible. El objetivo de este proyecto fue evaluar la viabilidad, pureza y concentración de diversos productos comerciales basados en microorganismos benéficos, para determinar si cumplen con los parámetros de calidad declarados en el etiquetado. El análisis de calidad realizado en el Laboratorio de Microbiología de LANIES se llevó a cabo mediante conteos en cámara de Neubauer para determinar la concentración de esporas, conteos en medio de cultivo obteniendo el número de unidades formadoras de colonias (UFC) y el porcentaje de esporas germinadas. Simultáneamente, se realizó el conteo de UFC contaminantes, para determinar la pureza del producto. De los nueve productos elaborados con bacterias en formulación líquida, el 66% de los productos con *Pseudomonas* sp. y el 50% de los productos con *Bacillus subtilis*, y una presentación en consorcio presentaron buena calidad, concordando con lo estipulado en la etiqueta. Productos con *Bacillus thuringiensis* y *Azospirillum brasilense* no pasaron las pruebas de calidad, presentando baja concentración del microorganismo benéfico y alta presencia de contaminantes. En el caso de los productos elaborados con hongos benéficos, se observó que aquellos cuya formulación es granulada o en polvo, presentaron buena calidad, mientras que los de formulación líquida no alcanzaron los parámetros aceptables. Los productos que resultaron viables y puros fueron: 40% *Trichoderma harzianum*, 100% *Beauveria bassiana*, 40% *Metarhizium anisopliae* y 100% *Metarhizium acridum*. En conclusión, muchos de los productos comerciales no cumplen con los parámetros de calidad establecidos en el etiquetado, por lo que es necesario regular los procesos de producción y métodos de formulación. LANIES es una alternativa de servicio para la evaluación de productos elaborados por empresas y organizaciones de productores que comercializan microorganismos benéficos.

Tolerancia de *Pinus patula* al “damping off” conferida por los hongos ectomicorrízicos y bacterias auxiliaadoras a la micorrización

Franco Adrián Maceo Figueredo¹; Wendy Sangabriel Conde^{2*}; Yajaira Baeza Guzmán²;
Dora Trejo Aguilar²; Luis Manuel Peña Rodríguez³

¹Maestría en Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Lomas del Estadio s/n C.P. 91000 Xalapa, Veracruz, México.

²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana Lomas del Estadio s/n C.P. 91000 Xalapa, Veracruz, México.

³Unidad Académica Biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43, No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP 97205, Mérida, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia: wsangabriel@uv.mx

Pinus patula es la principal especie de pinos utilizada en México para fines de reforestación y comercialización. La producción de plántula de calidad se realiza en viveros forestales, tanto certificados como en viveros comunitarios. Sin embargo, su producción y sobrevivencia se ve reducida hasta en un 40 – 50% por la enfermedad “damping off”, causada por un consorcio de hongos fitopatógenos principalmente de los géneros *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*. Se han propuesto nuevas prácticas agrícolas mediante el uso de inoculantes a base de hongos ectomicorrízicos (HEM) y bacterias auxiliaadoras a la micorrización (BAM) que incrementan la transferencia de nutrientes a la planta y estimulan el metabolismo secundario del hospedero mediante el incremento de metabolitos. Los compuestos polifenólicos tienen un rol bioactivo en los pinos, confiriendo principalmente resistencia ante herbívora, estrés ambiental y estrés biótico. Este trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la inoculación inducida con hongos ectomicorrízicos nativos y bacterias auxiliaadoras a la micorrización en la tolerancia del patógeno causante del “damping off” en plántulas de *Pinus patula* en invernadero. Se estableció un experimento por bloques al azar con 8 tratamientos, divididos en dos lotes, con seis réplicas cada uno. Las cepas de BAM fueron aisladas de cuerpos fructíferos de *Amanita rubescens*, *Russula alutacea* y *Suillus decipiens*. El inoculante fúngico se formuló a base de esporas de *Clitocybe geotropa*. Se identificaron morfológica y molecularmente tres cepas: Cepa R y Cepa S forman cocos agrupados y Cepa A forman cocos un poco aislados en cadenas, todas Gram negativas. Las plantas inoculadas presentan un incremento significativo en el largo de las raíces con respecto a las no inoculadas. Se aislaron tres cepas de hongos de tallos, hojas y raíces de *P. patula* con potencial patogénico. Este trabajo representa un aporte contundente en la elaboración de inoculantes forestales neotropicales a base de microorganismos nativos para aumentar la calidad en la planta producida en vivero.

Ensayo preliminar en campo de la bacteria fijadora de nitrógeno *Methylobacterium symbioticum* en la producción orgánica de frambuesa

Javier Armenta Cortez¹; Hugo Peña Barcenás¹; Cristian Lizeth Rodríguez Campos¹;
Alethze Macías Arteaga¹; José Ramón Saucedo Carabez¹; María del Carmen Herrera
Rodríguez¹; Francisco Eduardo Esteves Velez^{1*}

¹Departamento de Investigación Aplicada. Driscoll's Operaciones, Av. Miguel de la Madrid Hurtado #147, Col. Centro, 49000 Ciudad Guzmán, Jalisco.

*Autor de correspondencia: eduardo.esteves@driscolls.com

Uno de los principales retos para la producción orgánica de frambuesa radica en cubrir los requisitos nutrimentales para una buena producción sin hacer uso de fertilizantes nitrogenados convencionales como la urea o el nitrato de amonio. *Methylobacterium symbioticum* es una bacteria Gram negativa, asociada a la filósfera de múltiples cultivos que cuenta con la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y utilizar el metanol como fuente de carbono. En el presente estudio se evaluó en campo el efecto de un producto a base de *M. symbioticum* en la producción de frambuesa orgánica, el experimento abarcó dos flujos de producción: pre y post aplicación de *M. symbioticum*, la inoculación fue única y se realizó durante la etapa de diferenciación previa al segundo flujo. La evaluación se realizó en bloques de 12 plantas y las variables evaluadas fueron producción total, concentración de nitrato en savia y de clorofila. El tratamiento inoculado presentó un incremento del 20.7% en la producción total, un incremento de 22% en la concentración de nitrato en savia y 2.9% de clorofila. Se confirmó la presencia de la bacteria en plantas inoculadas 40 días post-aplicación, mediante aislamientos a partir de hojas. En conclusión, la aplicación de esta bacteria posee potencial para incrementar el rendimiento en frambuesa orgánica.

Evaluación de dos formulaciones de un nuevo biofertilizante para maní (*Arachis hypogaea*)

Johanna Calderón Aguilar^{1,2*}; Rachele Fernández-Vargas¹; Luis Navarro Flores¹; Keilor
Rojas Jiménez¹

¹Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica; San José, Costa Rica.

²Programa de Posgrado en Biología, Universidad de Costa Rica.

*Autor de correspondencia: johanna.calderonaquilar@ucr.ac.cr

Para lograr que la producción mundial de maní (*Arachis hypogaea*) alcance los 45 millones de toneladas por año, se deben utilizar entre 60 y 200 kg/ha de fertilizantes químicos. En la búsqueda de tecnologías agrícolas más limpias, se desarrolló el biofertilizante BioFixCR para promover específicamente el crecimiento de las plantas de este cultivo. Este biofertilizante incluye cepas como *Bradyrhizobium pachyrhizi*, *Bradyrhizobium cajani*, *Herbaspirillum* sp., *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* y *Streptomyces* sp. En este trabajo se desarrolló y evaluó la eficacia de dos formulaciones sólidas de BioFixCR en plántulas de maní crecidas en condiciones de invernadero. La primera formulación consiste en un polvo soluble generado a partir de una mezcla de la biomasa microbiana con óxido de silicio. La segunda formulación consistió en la inmovilización de los microorganismos en perlas de alginato. Como controles se introdujo un tratamiento de fertilización química estándar del cultivo y otro de las plantas sin ningún tipo de inóculo. Las aplicaciones se realizaron en la base de la plántula cada 12 días en tres periodos consecutivos. Los resultados mostraron un mejor desempeño de las dos formulaciones en polvo y el inmovilizado de BioFixCR: un aumento de en la altura de las plantas de un 20% y 11% respecto al control químico y de 38% y 22% respecto al control sin inoculación. Asimismo, el aumento en el peso seco de raíces y follaje fue de 16% y 8% respecto al control químico y de 27% y 18% respecto al control sin inoculación. El análisis químico del follaje no reveló diferencias nutricionales significativas respecto al control químico. Las plántulas tratadas con formulaciones BioFixCR demostraron un crecimiento superior probablemente debido a la fijación de nutrientes, solubilización y bioestimulación del consorcio bacteriano. Se propone BioFixCR como un biofertilizante promisorio para ser utilizado en el cultivo de maní.

Efecto del encapsulamiento de bacterias asociadas a cultivos de *Zea mays*, en su capacidad de promoción de crecimiento vegetal

Vara-Pastrana José Eduardo^{1*}, De los Santos-Villanueva Sergio², Bustos-Terrones Victoria¹, Hernández-Romano Jesús¹, Rivera-Corona José Luis¹, Román-Ponce Brenda¹

¹Laboratorio de Biotecnología, Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Morelos, México.

²Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano, Instituto Tecnológico de Sonora, Sonora, México.

*Autor de correspondencia: 22070021@upemor.edu.mx

La producción de maíz en México enfrenta desafíos como la reducción de suelos agrícolas y la dependencia de importaciones. Este estudio propone el uso de bacterias encapsuladas como una alternativa biológica para mejorar la producción de maíz en Morelos, contribuyendo a la sostenibilidad agrícola y la soberanía alimentaria. El objetivo de este estudio es evaluar la capacidad de promoción del crecimiento vegetal de bacterias asociadas a *Zea mays* cuando estas son encapsuladas en un biopolímero para su aplicación en plantas de maíz. Se aislaron 429 bacterias rizosféricas y endófitas, que fueron caracterizadas mediante pruebas de producción de sideróforos, poliaminas, ACC desaminasa, solubilización de fosfatos y fijación de nitrógeno. Se seleccionaron seis aislados que presentaron cuatro o más de estas características. Estos aislados fueron sometidos a identificación molecular utilizando el gen 16S rRNA y la secuenciación del genoma completo y a pruebas de germinación estándar.

Los aislados fueron preliminarmente identificados como pertenecientes a los géneros *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Ralstonia* y *Providencia*. Los resultados de la prueba mostraron que cinco de los seis aislados promovieron la elongación radicular en la etapa de germinación, destacando los aislados *Pseudomonas* sp. CR609 y *Ralstonia* sp. CR61 por su significancia estadística en la mejora de la elongación radicular, mientras que el aislado *Burkholderia* sp. CA115-1 la disminuyó. Tras este proceso, se eligieron los aislados de *Bacillus* y *Pseudomonas* para el encapsulamiento en alginato de sodio, evaluando la viabilidad post-encapsulado. La viabilidad del aislado de *Bacillus* sp. CR9012 encapsulado se mantuvo por más de 20 días post-encapsulado, y las cápsulas se activaron al ser expuestas a humedad.

SESIÓN 4. COMPATIBILIDAD, USO Y MANEJO DE MICROORGANISMOS

Casos prácticos del uso de microorganismos benéficos en la agricultura

Daniel Rojas Solís^{1*}

¹Laboratorio Nacional de Innovación Ecotecnológica para la Sustentabilidad (LANIES) - Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES-UNAM), Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta C.P. 58190 Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: drojas@cieco.unam.mx

El uso de microorganismos es una práctica que se utiliza recurrentemente en la agricultura, sin embargo, para asegurar resultados exitosos es necesario considerar aspectos de compatibilidad, uso y manejo adecuados. El objetivo del presente trabajo es proporcionar evidencia en donde el correcto uso de microorganismos se traduce en casos de éxito en la agricultura. Se evaluó el efecto de promoción de crecimiento de consorcios bacterianos (*Pseudomonas fluorescens*-*Bacillus paralincheniformis*, *Pseudomonas putida*-*Bacillus thuringiensis* y *Gottfriedia acidiceleris*-*Staphylococcus saprophyticus*) en cultivos de maíz sometidos a metales pesados (As y Hg), las bacterias fueron capaces de crecer en concentraciones de metales reportados a las presentes en el suelo en donde serán aplicados y mantuvieron en la mayoría de los casos la capacidad de producir sideróforos, biofilm, ácido indol-3-acético y solubilización de fósforo, y esto permitió un observar un efecto de promoción de crecimiento en ensayos en invernadero. También se determinó la compatibilidad de uso de diferentes aislados que se están caracterizando molecularmente, además de *Pseudomonas* sp. y *Trichoderma* sp. con diferentes ingredientes activos benomilo (6 gr L⁻¹), carbendazim (2.4 g L⁻¹), imidacloprid (6.25 mL L⁻¹), cipermetrina (3 mL L⁻¹), tebuconazole (3.5 mL L⁻¹), clorotalonil (12.5 mL L⁻¹) y malathion (5 mL L⁻¹). Los aislados J3 y Q11 fueron inoculados en plantas de jitomate en invernadero de forma individual y en consorcio siendo este último tratamiento en donde se observaron mejores resultados de promoción de crecimiento. Por otro lado, *Pseudomonas* sp. demostró ser compatible con todos los ingredientes activos, mientras que *Trichoderma* sp. únicamente logro ser compatible con imidacloprid, adicionalmente se determinó su compatibilidad con CuSO₄ al 0.5, 1 y 2 %, sin embargo, no fueron compatibles bajo ninguna condición. La aplicación de 2 L de *Pseudomonas* sp. (1x10⁶ UFC/mL) vía riego cada 7 días por 3 meses y la aplicación de 1 L de *Trichoderma* sp. (1x10⁸ esporas/mL) vía foliar cada 15 días por 100 días permitió un incremento de cultivos de fresa de la variedad albion de 17.3 % comparado con el testigo. Estos casos nos permiten concluir que los microorganismos cuando son aplicados en condiciones en donde puedan establecerse, reproducirse y ejercer sus mecanismos de promoción o biocontrol representan una excelente opción para ser aplicados exitosamente en la agricultura.

Respuesta de *Fusarium oxysporum* a los microorganismos nativos del suelo

Oscar Zepeda-Pérez¹; John Larsen²; Ángel Rebollar-Alviter¹; Andrea Iovanna Raya-Hernández^{2*}

¹Centro Regional Morelia, Universidad Autónoma Chapingo, Morelia, Michoacán 58170, México.

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

*Autor de correspondencia: araya@iies.unam.mx

Las propiedades del suelo que determinan el crecimiento de los fitopatógenos han sido poco estudiadas. El objetivo de este estudio fue investigar los cambios en la abundancia de propágulos del hongo fitopatógeno *Fusarium oxysporum* cuando crece en sustratos con diferentes propiedades físicas y microbiológicas. Para poder cumplir estos objetivos se realizaron 3 experimentos donde se infectó el suelo con *F. oxysporum*. a) Primer experimento: El diseño experimental consistió de dos factores 1) sustrato (suelo y arena estéril) y 2) tiempo (10, 20 y 30 días). Fueron 6 tratamientos con 3 repeticiones dando un total de 18 unidades experimentales (UE). b) Segundo experimento: El diseño experimental constó de un factor 1) suelo (estéril y no estéril), fueron 2 tratamientos con 6 repeticiones, dando un total de 12 UE. c) Tercer experimento: El diseño experimental fue bifactorial 1) suelo (estéril y no estéril) y 2) compuestos orgánicos (sin, almidón, celulosa y quitina), fueron 8 tratamientos con 6 repeticiones cada uno, dando un total de 48 UE. En todos los experimentos se evaluaron las unidades formadoras de colonia (UFC), en el segundo y tercer experimento también se analizó la composición microbiana mediante la extracción de ácidos grasos. Los resultados mostraron que no hubo efectos de los sustratos, ni del tiempo sobre las UFC de *F. oxysporum*. La presencia de microorganismos nativos en el suelo disminuyó la abundancia de *F. oxysporum* y las bacterias presentaron una correlación negativa con los propágulos de *F. oxysporum*. La adición de compuestos orgánicos modificó la composición de la comunidad de microorganismos del suelo, y la celulosa incrementó las UFC en comparación al control. Estos hallazgos resaltan la importancia de comprender las interacciones que ocurren en el suelo para desarrollar estrategias efectivas para el manejo de enfermedades en los cultivos.

Importancia de la fertilización mineral en una rotación abono verde-maíz para mitigar la depresión de crecimiento por las micorrizas arbusculares

David A. Ortiz-Salgado¹; John. Larsen^{1*}

¹Instituto de investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, Colonia Ex Hacienda de San José de la Huerta, 58190 Morelia, Michoacán, México.

***Autor de correspondencia:** jlarsen@iies.unam.mx

Las prácticas intensivas de labranza y fertilización en los agroecosistemas pueden modificar a la comunidad de la microbiota edáfica, reduciendo los beneficios que proporcionan para el cultivo. Acorde a reestablecer las sinergias y aprovechar los beneficios de los microorganismos que interactúan con el cultivo, es necesario implementar prácticas agrícolas de conservación complementarias. Una de ellas es la rotación de cultivos usando abonos verdes leguminosos como el janamargo (*Vicia sativa* L.). En un experimento de campo se investigó el papel de las micorrizas nativas en la rotación de cultivos con abonos verdes con diferentes manejos de labranza y fertilización en el crecimiento del maíz, la calidad de grano, y disponibilidad de nutrientes en el suelo. Se realizó en una parcela agrícola con intenso manejo de fertilización y labranza. Compuesto por tres fases: i) crecimiento del janamargo (15 semanas); descomposición del janamargo (8 semanas); y crecimiento del maíz hasta mazorca (25 semanas). El diseño experimental fue completamente factorial con tres factores: i) Abono verde con janamargo (sin AV, AV no incorporado y AV incorporado); ii) control de HMA (sin y con Carbendazim); iii) fertilización mineral (sin y con NPK); Se realizaron tres cosechas (Vt, R1 y S) para medir el peso y nutrición del maíz y granos, la colonización de hongos micorrízicos arbusculares, y la concentración de NH_4^+ , NO_3^- disponibles en el suelo al final del experimento. Hay una depresión de crecimiento por la micorriza correlacionada con la colonización y frecuencia de vesículas y arbusculos de HMA. El uso de janamargo como AV contribuye notablemente con N y P para el suelo y el cultivo de maíz, y además disminuye esta depresión. La fertilización mineral moderada logró mitigar la depresión por micorriza, y su manejo en esta rotación de cultivos puede potenciar los beneficios de la micorriza en el cultivo.

Manejo integrado de la pudrición blanca del ajo en Guanajuato

María Encarnación Lara-Hernández^{1*}; Ronald Ferrera-Cerrato¹

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

*Autor de correspondencia: melara@colpos.mx

Sclerotium cepivorum Berk. es mundialmente, uno de los principales patógenos del ajo. Una densidad inicial de 0.1 - 10 esclerocios kg⁻¹ por kg de suelo puede generar pérdidas del 30 al 60%, y excepcionalmente, del 100%. Su control es a base de fungicidas e incluso, fumigantes de suelo, mismos que además de incrementar los costos de producción, generan resistencia y deterioro ambiental. De las alternativas derivadas de investigaciones del Área de Microbiología y adoptadas por los productores, el manejo de la humedad del suelo es fundamental. Esta investigación evaluó el efecto sinérgico del manejo de humedad, la aplicación de bioinoculantes (cepas nativas de *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp. y su combinación) y la “práctica de saneamiento” en un lote comercial enfermo de la zona norte de Guanajuato con hasta 59 esclerocios kg⁻¹ de suelo. Como unidad experimental se consideraron 50 surcos de 200 m. Se ajustó la línea de manejo de humedad que fue monitoreada por telemetría. Los microorganismos antagónicos se aplicaron en el sistema de riego por goteo. Las variables evaluadas fueron la incidencia de enfermedad y el rendimiento. El manejo del cultivo, la cosecha y el control de calidad las realizó el productor. En el lote que fue objeto de estudio, el volumen de agua aplicado fue de 8,592 m³ ha⁻¹ distribuido en 76 riegos, lo cual refleja riegos constantes pero ligeros que generaron consecuentemente, un ambiente menos favorecedor para el patógeno. En tanto, en un lote alternativo, se emplearon 10,780 m³ ha⁻¹ de agua (61 riegos). *Sclerotium cepivorum* fue detectado durante todo el ciclo productivo. A pesar de haberse adicionado en un lote enfermo, *Trichoderma* spp. sólo o combinado con *Bacillus* spp., disminuyó el avance de la enfermedad e influyó en el rendimiento, obteniéndose respectivamente 16,100 y 11,412 kg/ha; la producción del testigo fue de 8,900 kg/ha.

Efecto de la co-inoculación de hongos micorrízicos arbusculares y bacterias solubilizadoras de fósforo en plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum*)

Ana Aurora Melo Fierros¹; Adilene Velázquez Medina²; Alfredo Reyes Tena³; Luis López Pérez^{3*}

¹Programa Interinstitucional de Ingeniería Ambiental. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

²Programa de Maestría en Producción Agropecuarias. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

³Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. KM 9.5 carretera Morelia-Zinapécuaro, 58880, Tarímbaro, Michoacán.

*Autor de correspondencia: luis.lopez.perez@umich.mx

El cultivo de jitomate tiene gran importancia mundial y es altamente demandante de fertilizantes químicos para obtener altos rendimientos, de ahí que cobra importancia evaluar productos biológicos que puedan sustituir o disminuir su uso. Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y bacterias promotoras de crecimiento vegetal, son de los principales bioinsumos que se usan como coadyuvantes en la producción agrícola. Sin embargo, la efectividad de estos productos depende de varios factores y es necesario evaluarlos en distintas condiciones. En este trabajo, se evaluó la co-inoculación de HMA y bacterias solubilizadoras de fósforo, en la germinación y eficiencia agronómica en plantas de jitomate. Se evaluó un consorcio nativo de HMA, un producto comercial y sin HMA; y dos niveles de bacterias solubilizadoras con y sin, generándose seis tratamientos, además de un control químico. Se germinaron semillas de jitomate en macetas (1 Kg), rellenas con suelo agrícola esterilizado. Previo a la siembra, las semillas fueron inoculadas con una solución que contenía 1×10^8 UFC/mL durante 40 minutos, y al momento de la siembra, en el orificio donde se colocaron las semillas se adicionaron 80 esporas de los respectivos HMA. El experimento se mantuvo 40 días bajo condiciones de invernadero. Los tratamientos co-inoculados fueron solo regados con agua desionizada y el tratamiento control con una solución nutritiva. Los resultados mostraron diferencias entre tratamientos en la germinación, se registraron los valores más bajos en los tratamientos sin co-inoculación y químico. Respecto al crecimiento, también hubo diferencias para el área foliar, los mayores valores se registraron donde solo se inoculó con los HMA. De acuerdo a los datos preliminares, se observó una mejor respuesta agronómica en plantas donde solo se inoculó el HMA; sin embargo, habrá que terminar de analizar los datos para poder establecer el efecto de la co-inoculación en el crecimiento del jitomate.

Optimización de la propagación de *Tectona grandis* mediante la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares nativos y comerciales

Jafet García Mundo¹; Yajaira Baeza Guzmán^{1*}; Dora Trejo Aguilar¹; Jesús Dorantes López¹; Carlos Roberto Cerdán Cabrera¹

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

*Autor de correspondencia: ybaeza@uv.mx

En el presente trabajo de investigación forestal se evaluó la interacción de hongos micorrízicos en plántulas de *Tectona grandis* en etapa de vivero. Producir esta especie de manera convencional enfrenta desafíos significativos debido a la baja viabilidad de las semillas y alta variabilidad genética, lo que impacta en el crecimiento y desarrollo anormal de las plántulas. En respuesta a estos desafíos, esta investigación busca optimizar el proceso de producción convencional de *Tectona grandis* mediante la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares, tanto nativos como comerciales. El objetivo de esta investigación fue mejorar la calidad de las plántulas, crecimiento inicial y la resistencia a estrés hídrico. Para ello, se utilizó un diseño por bloques al azar con dos factores: 1) micorriza con cuatro niveles: nativa, comercial siglo XX1, comercial Rizofermic, fertilizante químico NPK; 2) riego con dos niveles: 20 ml y 100 ml de agua por planta. Se utilizaron 5 repeticiones por tratamiento con un total de 50 plantas. Se evaluó el número de hojas, diámetro del tallo, altura de la planta, longitud radicular y aspectos fisiológicos como contenido total de clorofila y colonización micorrízica. Los resultados mostraron un efecto sinérgico en los tratamientos inoculados con micorrizas (nativas y comerciales), presentando un mayor desarrollo radicular, mayor tolerancia a la falta de agua en tiempos prolongados. Sin embargo, en el tratamiento con fertilizante NPK se observó mayor contenido de clorofila, mayor área foliar y tamaño de plántula. En conclusión, los tratamientos mostraron efectos significativos en crecimiento, tolerancia a estrés hídrico y calidad de la planta producida.

Fitorremediación de un suelo contaminado con un hidrocarburo de petróleo (gasolina) con girasol asistida por bacterias promotoras del crecimiento vegetal

Patsy Jackeline Almazan-Castañeda^{1*}; Caliope Mendarte-Alquisira¹; Alejandro Alarcón¹, Ronald Ferrera-Cerrato¹; Oscar García-Barradas²; Marco Polo Carballo Sánchez¹

¹Laboratorio de Microbiología de Suelos, Posgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Texcoco de Mora, Estado de México, CP 56264.

²Unidad de Servicios de Apoyo en Resolución Analítica (SARA), Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: seahorse_15@outlook.es

La fitorremediación es una alternativa para limpiar suelos contaminados utilizando plantas y sus microorganismos asociados. En el presente trabajo se evaluó la capacidad de fitorremediación de un suelo contaminado con gasolina por *Heliantus annuus* L. (girasol) asistida por microorganismos. La investigación se realizó en tres fases partiendo de un suelo contaminado artificialmente con el hidrocarburo. En la primera fase se evaluó la capacidad del girasol para germinar y crecer en un suelo contaminado con gasolina (0, 200, 400, 800, 1600, 2400 y 3200 mg/kg). En la segunda fase se cuantificaron las poblaciones bacterianas aisladas de suelo contaminado con gasolina, se caracterizaron mediante pruebas bioquímicas relacionadas con el crecimiento vegetal y se identificaron molecularmente. En la tercera fase se realizó un bioensayo de fitorremediación de un suelo contaminado artificialmente con gasolina (0, 1600 y 3200 mg/kg) usando plantas de girasol inoculadas con las cepas aisladas en la fase anterior, aplicadas en consorcio. El girasol fue tolerante a todas las concentraciones gasolina aplicadas al suelo. La gasolina aplicada al suelo inhibió el crecimiento de las poblaciones bacterianas. Se seleccionaron 10 cepas con capacidades promotoras del crecimiento vegetal, sobresaliendo los géneros *Bacillus*, *Streptomyces* y *Pseudomonas*. La inoculación bacteriana disminuyó significativamente la presencia de la gasolina en el suelo con alta concentración del hidrocarburo (3200 mg/kg). El girasol inoculado con bacterias nativas tolerantes a gasolina puede ser una alternativa para disminuir la contaminación en el suelo.

Selección, identificación y caracterización de bacterias resistentes a agroquímicos a partir de cultivos establecidos en Copándaro, Michoacán bajo distintas prácticas de manejo

Jennifer Bucio Pérez Negrón¹; Karen Paola Pérez Luna¹; Rocío Hillary Rangel Rosales¹; Daniel Rojas Solís^{1*}; José Antonio Villalón Berlanga²

¹Laboratorio Nacional de Innovación Ecotecnológica para la Sustentabilidad (LANIES) - Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES-UNAM), Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta C.P. 58190 Morelia, Michoacán, México.

²Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Carretera Morelia Salamanca km 6.5, Col. Los Ángeles, Morelia, Michoacán, México, C.P. 58100

*Autor de correspondencia: drojas@cieco.unam.mx

El uso de insumos químicos en la agricultura ha aumentado en las últimas décadas ocasionando efectos negativos a la salud pública y ambiental. El objetivo del presente estudio fue seleccionar bacterias de cultivos de jitomate (*Solanum lycopersicum*) y lechuga (*Lactuca sativa*) sometidos a diferentes prácticas de manejo (convencional, agroecológico e integrado), establecidos en el municipio de Copándaro, Michoacán, resistentes a agroquímicos, identificarlas y caracterizarlas funcionalmente. Se seleccionaron 69 morfotipos distintos que fueron capaces de crecer en las máximas dosis de agroquímicos comerciales con los ingredientes activos benomilo (6 gr L⁻¹), carbendazim (2.4 g L⁻¹), imidacloprid (6.25 mL L⁻¹), cipermetrina (3 mL L⁻¹), tebuconazole (3.5 mL L⁻¹), clorotalonil (12.5 mL L⁻¹) y malathion (5mL L⁻¹). La identificación de los morfotipos se hizo a través de la extracción del perfil de ácidos grasos, encontrando que los géneros más representativos fueron *Pseudomonas* y *Acinetobacter*. La caracterización funcional se hizo a través de la evaluación de rasgos de promoción de crecimiento vegetal. Para la solubilización de fosfato el valor más alto fue de 22.5 mm de diámetro en medio Pikovskaya, en la producción de sideróforos se obtuvieron valores máximos de 26.5 mm de diámetro de solubilización de hierro en medio CAS, para biofilm el valor más elevado fue de 0.45 absorbancia a 570 nm a través de un método colorimétrico y para la producción de ácido indol-3-acético el valor mayor fue de 161.3 µg L⁻¹. Los resultados indican que se tienen 40 morfotipos con rasgos de promoción de crecimiento vegetal, los cuales se están caracterizando molecularmente para tener una identificación más precisa. Se concluye que algunas de las bacterias presentes en la rizosfera tienen la capacidad de promover el crecimiento vegetal, con lo que se podría generar un bioinoculante para hortalizas que pueda ser compatible con la agricultura integrada.

Comunidades de microorganismos en cultivos de maíz a escala comercial en transición agroecológica

Silvia Margarita Carrillo Saucedo^{1,2}; Irasema Vargas Arispuro^{1*}

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas, No. 46, Col. La Victoria, CP. 83304. Hermosillo, Sonora.

²Laboratorio Nacional de Innovación Ecotecnológica para la Sustentabilidad, Antigua Carretera a Pátzcuaro No.8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México

*Autor de correspondencia: iris@ciad.mx

Los Faros Agroecológicos son un proyecto nacional que tiene como finalidad la transición agroecológica del cultivo de maíz a gran escala de producción en 14 regiones del país. Un aspecto importante en la transición es el manejo de las interacciones bióticas benéficas del lugar, como los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y las bacterias, además del uso de insumos orgánicos. El objetivo de este trabajo fue analizar la comunidad microbiana y los HMA asociados a la rizósfera del maíz en cultivos a gran escala en transición agroecológica. Se analizaron 17 muestras compuestas de suelo de la capa arable provenientes 6 regiones del país luego de un año de manejo en transición agroecológica. El suelo fue tamizado y se separaron las raíces. En las raíces se midió colonización de HMA y la riqueza de especies por extracción de esporas, y en el suelo se midió la biomasa microbiana usando marcadores ácidos grasos. Las raíces presentaron estructuras micorrízicas características en distintas proporciones como vesículas, arbuscúlos e hifas. La colonización micorrízica total fue variable entre las regiones (8 al 96%), así como la riqueza de especies de HMA, donde predominan especies del orden Glomerales. La biomasa microbiana en el suelo estuvo compuesta por 9 marcadores para bacterias Gram positiva, 9 para Gram negativa, 2 para actinomicetes y 3 para hongos. La biomasa total de microorganismos también fue variable (26.8 a 122.4 nmol/g suelo). En conclusión, el manejo en transición agroecológica en sistemas de maíz de gran escala de producción tiene un impacto favorable en las interacciones microbianas en la rizósfera del maíz. Es deseable seguir analizando estas interacciones y relacionarlas con variables edáficas.

Agricultura regenerativa en girasol mediante el uso de microorganismos

Samuel Sánchez Domínguez^{1*}; María de los Ángeles Rodríguez Elizalde¹; Norberto Sandoval Lara¹

¹Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo Edomex. 56230;

*Autor de correspondencia: sandomsamuel28@gmail.com.

Este trabajo tuvo como objetivo observar y medir en girasol, compuesto Chapingo FMH-2019, si la aplicación de productos a base de bacterias y hongos micorrizicos tenía un efecto positivo sobre el crecimiento y el rendimiento de plantas y semillas de girasol. Este trabajo se condujo, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo (lote X6), durante el verano de 2021, habiéndose sembrado el 7 de junio y cosechado a mediados de octubre. Se sembró girasol en media hectárea de terreno, habiendo dedicado 0.25 ha del mismo, para la aplicación de Inoseed, inoculante de semillas, a base de aminoácidos y microelementos nanoencapsulados, de la casa Altacrusta - Ataval, Promobac que contiene *Bacillus subtilis* y TM 73, con hongos a base de *Glomus* spp, a dosis de 0.25 kg/ha, un litro por ha, y 2 kg/ha, respectivamente. En otra parte del terreno (0.25 ha) no se aplicó ningún producto. Se midió el grosor y altura del tallo, durante cuatro etapas fenológicas del girasol. En la cosecha se midió, ancho y peso del capítulo, número de semillas por capítulo, peso de aquenios y el peso de cien semillas, en una muestra de diez capítulos. Se midió el porcentaje de micorrización con base en la metodología de Phillips y Havman (1970). Se hizo análisis de varianza convencional con el método de SAS y pruebas de medias de Tukey, con un nivel de significancia del 0.05. Los resultados del crecimiento de tallos y altura de planta, no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en ninguna de las cuatro etapas fenológicas en que se midieron. En las variables relacionadas con el rendimiento se detectó que hubo diferencia significativa entre tratamientos en las variables de diámetro y peso de capítulo, con diferencias que oscilaron entre 12 y 21% a favor del tratamiento de AR; en número de semillas promedio por capítulo, el tratamiento de agricultura regenerativa produjo 1082, en cambio el testigo, solo produjo 987; en relación con el rendimiento, el testigo solo produjo 60 gramos por capítulo, en cambio, el tratamiento de AR, indujo la producción de 72 gramos, de aquenios. Para el peso de cien semillas o aquenios, el tratamiento de AR produjo 6.62 g; en cambio el testigo, solo 6.02 g, sin diferencias estadísticas. El porcentaje de colonización micorrizica fue del 30% y 10% de presencia de vesículas arbusculares en el tratamiento de AR y 0% de ambos, en el testigo. De este trabajo se concluye, que, aunque los productos aplicados no indujeron claras diferencias en el crecimiento, sí afectaron estadísticamente las variables componentes del rendimiento, quizás como producto de una buena micorrización, que pudo ser mejor si se hubiera usado una dosis mayor del inoculo micorrizico.

Identificación de bacterias patógenas en *Lactuca sativa* L. y su control mediante el uso combinado de hongos micorrízicos arbusculares y un extracto vegetal

Miguel Ángel Sánchez Hernández¹; Yajaira Baeza Guzmán^{1*}; Wendy Sangabriel Conde¹; Luz Amelia Sánchez Landero¹; Dora Trejo-Aguilar¹; Andrés Rivera Fernández¹

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

*Autor de correspondencia: ybaeza@uv.mx

Lactuca sativa L. es una hortaliza ampliamente cultivada en México. Su producción se ha visto afectada por patógenos principalmente hongos y bacterias. En el presente estudio se evaluó el efecto de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y extracto de lavanda en la tolerancia a una enfermedad bacteriana causante de manchas foliares y pudrición en este cultivo. Se realizó un muestreo en campo, recolectando hojas de lechuga con presencia de síntomas para el aislamiento e identificación de la bacteria patógena. Se aislaron 12 cepas de bacterias, identificando molecularmente cuatro cepas que mostraron actividad patogénica de los géneros *Bacillus*, *Lysinobacillus*, *Kerstersia* y *Alcaligenes*. Se estableció un diseño por bloques al azar con ocho tratamientos con tres factores: 1) Micorriza con dos niveles, 2) Extracto de lavanda con dos niveles, 3) Inoculación *Lysinobacillus* con dos niveles. Se determinó el efecto de la interacción de los HMA y el extracto de lavanda en el aumento de la resistencia de las plantas y reducción de la incidencia de *Lysinobacillus*. Las plantas de lechuga enfermas e inoculadas con HMA incrementaron el área foliar en un 90% comparado con las plantas enfermas únicamente, observando una reducción notable de la enfermedad y mayor resistencia a *Lysinobacillus fusiformis* cepa EMA. La colonización micorrízica se vio afectada por los tratamientos con extracto de lavanda, mostrando un efecto bactericida pero perjudicial para los HMA. La aplicación del extracto de lavanda redujo un 20% la incidencia de la enfermedad comparado con la aplicación de HMA. La combinación de extracto de lavanda y HMA no mostró efectos superiores que la inoculación individual con HMA. En conclusión, la inoculación con HMA en plantas de lechuga disminuyó la incidencia de la pudrición en hoja, incrementó el área foliar y mostró mejor desarrollo radicular. El uso de extracto de lavanda tuvo un efecto significativo comparado con el testigo, sin embargo, no se recomienda su aplicación conjunta con los HMA. El uso de microorganismos benéficos es una alternativa para disminuir la aplicación de bactericidas generalizados que tienen un impacto negativo en la microbiota del suelo.

Evaluación de la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares y biochar en el crecimiento de *Physalis ixocarpa*

Lizbeth Vázquez Lezama¹; Luis López Pérez¹; Alfredo Reyes Tena^{1*}

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

*Autor de correspondencia: alfredo.reyes@umich.mx

El tomatillo (*Physalis ixocarpa*) es una de las hortalizas más importantes en México ya que genera un valor de producción anual superior a 4.6 mil millones de pesos. Este cultivo demanda un alto uso de fertilizantes químicos, los cuales son costosos y deterioran los suelos. De acuerdo con lo anterior, es relevante buscar alternativas de biofertilización sostenible como lo son el biochar y la aplicación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA). En este trabajo se estableció un diseño experimental bajo condiciones de invernadero donde, en plantas de tomatillo, se evaluaron los factores biochar, con 3 niveles correspondientes a dosis de 0, 2.5 y 5%; el factor HMA con 4 niveles correspondientes a dos consorcios micorrízicos nativos de suelos agrícolas (EL y LM), un producto comercial a base de *Rhizophagus intraradices* y *Glomus fasciculatum*, y un control sin inóculo; y el factor sustrato, el cual consistió de suelo esterilizado y no esterilizado. En total se evaluaron 24 tratamientos con 4 repeticiones. Durante el experimento, se registraron las variables de crecimiento de la altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas. Se realizaron dos muestreos destructivos, a los 30 y 60 días después del trasplante y se registró la biomasa vegetal fresca y seca total, el volumen y longitud radical, área foliar; y las variables microbiológicas de colonización micorrízica y número de esporas en el sustrato. De acuerdo con los resultados del primer muestreo destructivo, la no esterilización del sustrato promovió el crecimiento vegetal en todas las variables evaluadas, los niveles de biochar del 2.5 y 5% promovieron en general mayor crecimiento, en particular el producto a base de HMA comercial con 5% de biochar. En conclusión, la inoculación de HMA y la adición de biochar al sustrato sin esterilizar promueve el crecimiento vegetal de tomatillo bajo condiciones de invernadero.

Cultivos asociados como promotores de la micorrización vesícula - arbuscular

Labna Aixchel Sierra Ramírez^{1*}; Mariela Hada Fuentes Ponce¹; Carlos Barragán García²; Ana Fidela López Pérez³

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

²Agricultura familiar y agronegocios

³Egresada del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

*Autor de correspondencia: lsierrar@correo.xoc.uam.mx

En México los fertilizantes sintéticos aumentaron sus costos hasta en un 300%, además su uso irracional ha tenido impacto ambiental, surge la necesidad de propuestas de fertilización, como el uso de microorganismos, entre ellos los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), los cuales establecen una relación simbiótica con los cultivos generando beneficios para el desarrollo y crecimiento de estos, como mayor absorción de fósforo, nitrógeno y agua, así como protección contra fitopatógenos. En la zona de estudio, una problemática es la alcalinidad del suelo, que limita la disponibilidad de P para los cultivos. El objetivo de esta investigación fue evaluar la colonización y presencia de HMA en monocultivos y cultivos intercalados. El estudio se realizó en Guadalupe Etla, Oaxaca, se implementaron 11 tratamientos para evaluar la colonización micorrízica de cultivos forrajeros en monocultivo en comparación con sistemas asociados de gramíneas con fabáceas de uso local. Los tratamientos asociados presentaron las proporciones más altas de micorrización: trigo pelón y chícharo: 100%, triticales y ebo: 100%, avena y chícharo: 98%, en comparación a los monocultivos: trigo: 60%, avena: 63%, triticales: 55%, chícharo: 93% y ebo: 96%. Lo cual se vio reflejado en el contenido de P en hojas de trigo; las plantas del sistema de asociación presentaron 20% más de fósforo que en el monocultivo, mientras que la avena 11% más, lo cual podría incrementar si este sistema perdura en el tiempo. En el caso del triticales en monocultivo presentó mayor contenido de P en hoja que en asociación. Se concluye que la asociación de cultivos, acorde a las condiciones y necesidades de cada contexto, podría ser una opción para promover la proliferación de los HMA en los cultivos, lo cual sería una alternativa de biofertilización sin depender de insumos externos, como los fertilizantes sintéticos, o biofertilizantes elaborados a partir de otros inoculantes exóticos.

Efecto del manejo del suelo y la domesticación sobre la raíz e interacciones con hongos micorrizógenos arbusculares en la planta de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*)

Jazmin Araceli López Herrejón^{1*}; Rocío Vega-Frutis²; 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, México.

²Programa de Biología, Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Km. 9 Carretera Tepic- Compostela, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit, México.

*Autor de correspondencia: jazmin.lopez@cinvestav.mx

El huerto familiar (HF) es un agroecosistema global, predominante en el mundo, centrado en la producción alimentaria, y es crucial para la conservación y mejora de especies vegetales. Los propietarios de huertos en la península de Yucatán (PY) desempeñan un papel activo en la selección y mejora de plantas, moldeando características beneficiosas, un proceso que implica la coevolución y el mutualismo. Sin embargo, la domesticación puede llevar a la pérdida de rasgos importantes, como las estructuras subterráneas, afectando la rizósfera. Comprender el manejo del suelo por parte de los agricultores es esencial para desarrollar tecnologías adecuadas a nivel local. El espectro económico de la raíz (RES) sugiere que las plantas silvestres pueden adoptar estrategias de colaboración con los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) para su desempeño, comparado con su contraparte domesticada (estrategia adquisitiva). La planta de chaya es un modelo ideal para estudiar el RES debido a su domesticación en la PY y la coexistencia con su ancestro silvestre. Para conocer si la domesticación afecta la interacción planta-HMA se evaluará el efecto del manejo del suelo en tres hábitats contrastantes (HF; manejo local, Parcelas productivas: manejo intensivo y Selva; sin manejo), la domesticación en la raíz y su interacción con hongos micorrízicos en la planta de chaya. Como muestreo preliminar se colectaron raíces de 8 plantas de chaya silvestre y domesticada, y ambas presentaron colonización; parece ser que la chaya domesticada no ha perdido la capacidad de asociarse con HMA. En conclusión, este estudio proporcionará información sobre el comportamiento de las raíces en diferentes condiciones de manejo del suelo y la capacidad de micotrofitación en plantas domesticadas en los HF de la PY.

SESIÓN 5. ECOLOGÍA MICROBIANA MOLECULAR

Uso de endófitos fúngicos para inducir la tolerancia a la sequía, insectos plaga y fitopatógenos en el cultivo del algodón y el maíz

María Julissa Ek-Ramos^{1*}; Laiju Kuzhuppillymyal Prabhakarankutty¹; Alexia Banda Gutiérrez¹

¹Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Av. Pedro de Alba S/N, Ciudad Universitaria, 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

*Autor de correspondencia: maria.ekramos@uanl.edu.mx

Los endófitos microbianos, principalmente bacterias y hongos, son microorganismos que viven dentro de los tejidos de las plantas sin causar daño aparente. De particular interés son los endófitos fúngicos (micobiota) debido a sus diferentes funciones como micorrizas, saprófitos latentes, patógenos latentes y agentes protectores. En 2011, en nuestro grupo de investigación internacional, se aislaron endófitos fúngicos de diferentes variedades de algodón comercial transgénico, en condiciones de sequía. Se identificaron, y varios de ellos se inocularon nuevamente en el algodón para observar su efecto como agentes protectores contra la sequía y varios insectos plaga. Los resultados mostraron que estas especies de endófitos fúngicos confieren tolerancia a estreses bióticos y abióticos, además de incrementar el rendimiento, no solo en el algodón, sino también en el sorgo y el maíz, lo que interesó a varias empresas biotecnológicas. En 2016, la empresa, Indigo Agriculture, comercializó un producto basado en nuestra colección de endófitos fúngicos, mostrando lo prometedor del enfoque de utilizar estos microorganismos para potenciar las respuestas de crecimiento y tolerancia a estrés biótico y abiótico de las plantas hospedadoras. Como laboratorio de investigación, en años recientes, nos enfocamos en el estudio de la diversidad de microorganismos endófitos en plantas silvestres o parientes directos de diferentes cultivos de importancia, como el chile y el maíz, que podrían usarse para desarrollar estrategias multidisciplinarias para enfoques de agricultura sostenible.

Cambio de uso de suelo de bosques nativos a huertas de aguacate: efectos sobre la transformación de nutrientes del suelo y las comunidades microbianas

Brenda Baca-Patiño^{1,2}; Antonio González-Rodríguez³; Felipe García-Oliva³; Ariana García⁴; Ingrid Lara⁴; Roberto Garibay-Orijel⁵; Amisha Poret-Peterson⁶; Yurixhi Maldonado-López⁷; Pablo Cuevas-Reyes⁷; Alberto Gómez-Tagle⁸; Yunuen Tapia-Torres^{2*}

¹Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad de Posgrado, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, México.

²Escuela Nacional de Estudios Superiores, unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, México.

³Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, México.

⁴Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Tercer Circuito s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., México.

⁵Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Tercer Circuito s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., México.

⁶USDA-ARS Crops Pathology and Genetics Research Unit, Davis, CA, United States.

⁷Laboratorio de Ecología de Interacciones Bióticas, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México

⁸INIRENA, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

*Autor de correspondencia: ytapia@enesmorelia.unam.mx

El cambio de uso de suelo altera las comunidades microbianas del suelo y los procesos que llevan a cabo. Sin embargo, existe escasa información sobre cómo la conversión de bosques naturales en huertos de aguacate afecta la concentración de nutrientes del suelo y la actividad y diversidad microbiana. Estudiamos los nutrientes totales del suelo (C, N y P), la actividad coenzimática y la diversidad microbiana en huertos de aguacate y fragmentos de bosque contiguos en el estado de Michoacán, México. Dentro de los huertos, se tomaron muestras de áreas fertilizadas debajo de árboles de aguacate, así como de áreas no fertilizadas. Los resultados mostraron que (i) la concentración de fósforo total fue mayor en los huertos de aguacate en comparación con los suelos de bosques nativos; (ii) se encontró menor actividad coenzimática relacionada con la degradación de compuestos lignificados y monoésteres de fosfato en huertos de aguacate; (iii) la riqueza bacteriana fue mayor en los suelos de huertos de aguacate en comparación con los suelos de bosques nativos, mientras que la riqueza de hongos no fue diferente entre los suelos de bosques nativos y de huertos de aguacate; (v) la transformación de bosques nativos en huertos de aguacate aumentó la uniformidad de las comunidades de bacterias y hongos; (vi) la transformación de bosque nativo a huertos de aguacate provocó cambios radicales en la composición de las comunidades microbianas del suelo; sin embargo, esto fue más claro para las comunidades de hongos que para las comunidades de bacterias; (vii) la abundancia de hongos ectomicorrízicos y antagonistas de patógenos de plantas disminuyó en los huertos de aguacate mientras que los gremios de hongos patógenos y saprotróficos aumentaron. Nuestros resultados brindan información sobre cambios importantes en la dinámica de los nutrientes del suelo y la estructura de las comunidades microbianas debido al cambio de uso de suelo de bosque nativo a huertos de aguacate. Estos cambios deben tenerse en cuenta para formular políticas de conservación de bosques y suelos y modelos de gestión agrícola más sostenibles que permitan conservar la microbiota del suelo y los servicios ecosistémicos que ésta proporciona.

Influencia del genotipo en el ensamble, funcionalidad y fijación de nitrógeno del microbioma asociado al mucilago de las raíces aéreas del maíz Olotón

José Luis Aguirre Noyola¹; Mónica Teresa Rosenblueth Laguette¹; Antonio Turrent Fernández²; Esperanza Martínez-Romero^{1*}

¹Centro de Ciencias Genómicas, UNAM, Cuernavaca, Morelos, México. ²Campo Experimental Valle de México, INIFAP, Estado de México, México.

*Autor de correspondencia: emartine@ccg.unam.mx

Los cultivos de cereales requieren grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados, que también contaminan. El maíz Olotón es una variedad única capaz de fijar nitrógeno a través de las bacterias del mucilago de sus raíces aéreas, aportando del 29 - 82% de las necesidades de nitrógeno de la planta. En este trabajo se recolectó mucilago de maíz Olotón de tres genotipos diferentes de la Sierra Mixe, Oaxaca. La actividad de nitrogenasa se evaluó en la raíces y mucílagos con ensayos de reducción de acetileno. Se extrajo el ADN del mucilago, suelo y semillas, y se utilizó para análisis de metabarcoding de 16S ARNr y secuenciación tipo *shotgun*. Se determinó la estructura de la comunidad bacteriana, se reconstruyeron las vías metabólicas y se ensamblaron genomas a partir de los metagenomas (MAGs). Se clasificaron los genes de nitrogenasas y se aislaron e identificaron los diazótrofos en un medio *mucilago-like*. Los resultados indicaron que la fijación de nitrógeno ocurre únicamente en el mucilago y que difiere entre los genotipos de maíz. El microbioma core de todos mucílagos fue representado por *Pseudomonas*, rhizobia, *Azospirillum*, *Sphingomonas*, *Herbaspirillum*, *Paenibacillus*, *Bdellovibrio*, y fue muy diferente del suelo. Algunos de estos géneros si se identificaron en semillas. Una relación negativa entre la presencia de *Pseudomonas* y otros géneros fue consistente entre genotipos. Dentro de los 30 MAGs ensamblados se encontraron genes para la promoción del crecimiento vegetal y clústeres para la producción de metabolitos antimicrobianos, actividades que fueron verificadas con ensayos *in vitro* usando cepas aisladas. Los genes que codificaron nitrogenasas correspondieron a *nif*, *vnf* y *anf* asignadas *Azospirillum*, *Klebsiella*, *Duganella*, *Rahnella*, *Phytobacter* y anaerobios; cuya actividad nitrogenasa fue validada con reducción de acetileno. En conclusión, la microbiota del mucilago es influenciada por el genotipo, pero conserva firmas funcionales de fijación del nitrógeno y actividades que aseguran la salud vegetal.

Financiamiento: CONAHCYT-PRONACES 317032.

Microbiómica de la rizósfera del *Agave cupreata*: hacia la búsqueda de bacterias benéficas para el manejo agroecológico

Luciana Raggi^{1*}; Ma. Teresa Molinero²; John Larsen¹; Alejandro Martínez-Palacios^{2*}

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, 58190, Morelia, Michoacán, México.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. San Juanito Itzicuaró S/N, Col. Nueva Esperanza, 58337, Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: alejandro.palacios@umich.mx, luciana.raggi@iies.unam.mx

Las bacterias, en particular las llamadas promotoras del crecimiento vegetal (PGPR, por sus siglas en inglés) y el manejo del suelo en cultivos, son componentes clave en el ciclo de nutrientes y la descomposición de la materia orgánica. Sin embargo, se visualiza que cada especie de planta tendrá asociada su comunidad particular de bacterias, siendo esta una interacción especie-específica. En este estudio se comparó el efecto de las prácticas de manejo sobre el desempeño de *Agave cupreata* y las comunidades bacterianas asociadas a la rizósfera del cultivo. Se analizó el tamaño y salud de los agaves, las propiedades químicas del suelo de la zona de la raíz y, las comunidades bacterianas de la rizósfera y endófitas de la raíz mediante la secuenciación metagenómica del gen 16S rRNA en seis tratamientos: tres bajo manejo agrícola convencional: glifosato (G), glifosato y triple16 (GT) y triple16 (T), y los otros tres bajo manejo agroecológico: humus (H), composta (COM) y sin fertilización (SF). A pesar de que el mayor crecimiento se observó en el tratamiento G, este fue también el que menor supervivencia presentó. Por otro lado, la adición de composta aumenta la diversidad microbiana, y en cada tratamiento se muestra una distribución (beta diversidad) diferenciada. Finalmente mostramos aquí el inventario de las bacterias que fueron diferenciales en cada tratamiento. Las bacterias asociadas naturalmente al cultivo de agave sin fertilizantes serían las idóneas para estimular el desarrollo del agave, sean así: *Gemmatimonas*, *Bacillus*, *Tolypothrix* (Cyanobacteria) y *Rhodoligotrophos* (Alphaproteobacteria) que en esta experiencia fueron las más abundantes. Este inventario tiene el potencial de dirigir el aislamiento o enriquecimiento de diversos géneros que promoverían el crecimiento y la productividad de *A. cupreata*.

MicroAgrobiome: Una plataforma de metagenómica comparativa aplicada al estudio de la presencia de *Clavibacter* en el microbioma de cultivos mexicanos

César Aguilar Martínez¹, Fernando Fontove Herrera¹, Anton Pashkov², David Alberto García Estrada³, Obed Martínez⁴, Diego Garfias-Gallegos⁵, Haydeé Contreras Peruyero⁶, Shaday Guerrero Flores⁶, Nelly Sélem Mojica^{6*}

¹Consensus idea C3, Vasco de Quiroga 101605, Col Los Gavilanes, León, Gto, CP 37266

²Escuela Nacional de Estudios superiores, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia Antigua Carretera a Pátzcuaro # 8701, Sin Nombre, Residencial San José de la Huerta, 58089 Morelia, Mich.

³Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Irapuato, CINVESTAV Irapuato Libramiento Norte Carretera Irapuato León Kilómetro 9.6, Carr Panamericana Irapuato León, 36821 Irapuato, Gto.

⁴Solena Av. Olímpica 3020-D Col. Villas de San Juan, 37295 León, Gto.

⁵Duque University, Durham, NC 27708,

⁶Centro de Ciencias Matemáticas UNAM Antigua Carretera a Pátzcuaro # 8701, Sin Nombre, Residencial San José de la Huerta, 58089 Morelia, Mich.

*Autor de correspondencia: nselem@matmor.unam.mx

La disponibilidad de metagenomas públicos de cultivos de importancia agrícola nos permite abordar preguntas de metagenómica comparativa. La investigación del microbioma de los cultivos es esencial para dirigir este conocimiento hacia la producción de una agricultura sostenible. Si bien existen plataformas de metagenómica comparativa, se necesitan herramientas para explorar las relaciones de los microbiomas con variables ambientales, de estado sanitario y temporales. En años anteriores, se han liberado secuencias del microbioma del maíz, tomate, chile, etc. Ahora, podemos combinar esos datos y relacionar la salud de los cultivos con el estado de su microbioma. Desarrollamos MicroAgrobiome, una plataforma que aborda anotaciones taxonómicas, funcionales y de antibióticos en microbiomas relacionados con cultivos. MicroAgrobiome reúne información sobre la diversidad de microorganismos de cultivos mexicanos relevantes. En este trabajo, como comunidad científica, recolectamos metagenomas públicos de plantas de importancia agrícola en México. Como ejemplo, exploramos la presencia del género *Clavibacter* tanto en datos públicos de NCBI como en metagenomas mexicanos. Este género incluye especies presentes en cultivos, en particular *Clavibacter michiganensis* es un patógeno que causa pérdidas millonarias en el tomate. Encontramos coincidencia a nivel de subespecie de genes de *Clavibacter* en 60 muestras de las 192 analizadas. MicroAgrobiome nos ha permitido comprender el núcleo de microorganismos comunes a cultivos como tomate, maíz, chile, papa, trigo y alfalfa. Esta plataforma no sólo mejora nuestra comprensión del microbioma, sino que también equipa a los investigadores con las herramientas para realizar análisis de metagenómica comparativa y a los agricultores con el conocimiento para comprender mejor el microbioma de sus cultivos.

Regulación epigenética en genes de las rutas de biosíntesis de ácido indol-3-acético (IAM e IPyA) en los aislados promotores del crecimiento vegetal, S1-2 APS y S2-2

Thyara Amairani Pineda-Tovar¹; Rafael Jiménez-Mejía^{1,2}; Ricardo Iván Médina-Estrada^{1,2*}

¹Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo. Maestría en Biociencias, Sahuayo C. P. 59013.

²Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo. Licenciatura en Genómica Alimentaria, Sahuayo Michoacán. Avenida Universidad #3000, Lomas de la Universidad, C. P. 59103.

*Autor de correspondencia: 230260@ucemich.edu.mx; rimedina@ucemich.edu.mx

Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) interactúan en la rizósfera con los sistemas radiculares de las plantas, favoreciendo diversos procesos celulares en estas últimas, como la elongación de las raíces, activación del sistema de defensa, entre otros. Esto se logra a través de diversos mecanismos de promoción por parte de las BPCV, como la producción de ácido indol-3-acético (AIA). Se sabe que el triptófano exudado por las raíces, es el precursor de las rutas de AIA en bacterias, siendo las vías IAM (indol-3-acetamida) e IPyA (indol-3-piruvato) las más reportadas en BPCV. Esta comunicación planta-bacteria involucra diversos niveles de regulación, uno de ellos es el epigenético, ya que las metilaciones en regiones promotoras juegan un papel crucial en la modulación de la expresión de genes. Sin embargo, son escasos los reportes epigenéticos en BPCV. Por ello, el objetivo del trabajo es analizar los niveles de metilación y expresión de genes de las rutas de biosíntesis de AIA (IAM e IPyA) en dos aislados promotores del crecimiento vegetal, S1-2 APS y S2-2, estimulados con triptófano. Para ello, se evaluarán los niveles de expresión, mediante RT-qPCR, de los genes asociados a las rutas IAM (*iaam*, *aam* y *gata*) e IPyA (*prp*, *puuc*, *ipdc* y *aldh*) en los dos aislados con y sin triptófano (0.7 %). Además, se secuenciará el gen *ARNr 16s* para realizar la caracterización molecular de los aislados. Finalmente, se secuenciará el epigenoma de los aislados para determinar su estatus de metilación y correlacionarlo con los niveles de expresión génica. Como resultados preliminares, observamos que la expresión de todos los genes evaluados, en ambos aislados, se mantiene a la baja en ausencia de triptófano, sugiriendo que, el triptófano es un regulador de la expresión de los genes asociados a las rutas de biosíntesis de AIA en los aislados S1-2 APS y S2-2.

Respuesta a la fertilización mineral, orgánica y la aplicación del hongo *Trichoderma harzianum* en las comunidades de hongos del suelo asociadas al cultivo de chile

Ricardo Leyva Morales^{1*}; Julio Vega-Arreguín²; C. Amezcua-Romero²; Antonio González Rodríguez¹; Alejandro Alarcón³; Tsiri Díaz¹; Birgit Jensen⁴; John Larsen¹

¹Laboratorio Nacional de Innovación Ecotecnológica para la Sustentabilidad, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México.

²Laboratorio de Ciencias Agrogenómicas y Laboratorio Nacional PlanTECC, Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, León, Guanajuato, México.

³Departamento de Edafología, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México

⁴Section for Microbial Ecology and Biotechnology, Department of Plant and Environmental Sciences, University of Copenhagen, Denmark

*Autor de correspondencia: rleyva@cieco.unam.mx

En este estudio, tuvimos el objetivo de examinar la influencia de la fertilización mineral y orgánica (composta) y la inoculación del suelo con el hongo de biocontrol *Trichoderma harzianum*, individualmente y en combinación sobre las comunidades de hongos nativos del suelo en un experimento en maceta de invernadero con plantas de chile cultivadas en un suelo agrícola infestado con patógenos. Las comunidades de hongos del suelo se estudiaron mediante la secuenciación Illumina MiSeq y la asignación taxonómica fue realizada utilizando la base de datos UNITE en términos de variantes de secuencia de amplicones (ASV). Los principales resultados mostraron que la combinación de composta e inoculación de *T. harzianum* redujo fuertemente la marchitez del chile, lo que coincidió con alteraciones en la composición y diversidad de la comunidad fúngica del suelo. El patógeno de raíces *Fusarium equiseti* fue el hongo más abundante en todos los tratamientos y *Trichoderma* sp. sólo se encontró en aquellos tratamientos en los que se había aplicado *T. harzianum*. Durante la producción de plántulas de chile, la aplicación de *T. harzianum* al suelo no estéril infestado también redujo la mortalidad de las plántulas, lo que coincidió con una fuerte reducción de la abundancia relativa de *F. equiseti*. En conclusión, nuestros resultados muestran fuertes rasgos de biocontrol de *T. harzianum* contra el marchitamiento del chile, especialmente en combinación con composta.

Patobioma de *Phytophthora cinnamomi* en la rizósfera de aguacate

Rosaura Alfaro-García^{1*}; Violeta Patiño-Conde²; Frédérique Reverchon³; Alfonso Méndez-Bravo⁴

¹Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Av. Lázaro Cárdenas 253, Centro. 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.

²Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua carretera a Pátzcuaro 8701, Ex Hacienda de San José de la Huerta. 58190 Morelia, Michoacán, México.

³Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Av. Lázaro Cárdenas 253, Centro. 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.

⁴CONAHCYT, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua carretera a Pátzcuaro 8701, Ex Hacienda de San José de la Huerta. 58190 Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: rosaura.alfaro@posgrado.ecologia.mx

El equilibrio ecológico en la comunidad microbiana rizosférica es fundamental para mantener la salud integral de las plantas, ya que los microorganismos rizosféricos proveen beneficios a sus hospedantes, como la adquisición de nutrimentos, tolerancia al estrés abiótico y protección contra patógenos. Sin embargo, la presencia en el suelo de microorganismos patógenos puede causar desequilibrios en las comunidades microbianas rizosféricas y alterar sus funciones. Además, evidencias recientes sugieren que la enfermedad que causa el patógeno puede ser potenciada por la presencia de otros microorganismos en la comunidad microbiana rizosférica, dando origen al concepto de “Patobioma”, el cual establece que la enfermedad es el resultado de la interacción de diferentes patógenos. El objetivo de este estudio es dilucidar el patobioma asociado al oomiceto *Phytophthora cinnamomi* Rands., principal agente causal de la enfermedad conocida como pudrición de raíz y que es devastadora en términos económicos para el cultivo de *Persea americana* Mill. (aguacate). Para ello, se tomaron muestras de suelo rizosférico de 10 árboles de aguacate con síntomas de pudrición de la raíz y de 10 árboles asintomáticos, en una huerta de Peribán, Michoacán. Se analizó la comunidad de hongos rizosféricos asociada a los árboles de ambas condiciones mediante secuenciación de amplicones de la región ITS2. Se generaron tablas de abundancia de secuencias de variantes de amplicón (ASVs) para construir matrices de correlación y generar redes de patobioma. El análisis de abundancia diferencial mostró que géneros como *Neorousoella*, *Myriococcum*, *Westerdykella*, *Gaertneriomycetes*, *Mortierella* y *Penicillium* son más abundantes en la rizosfera de árboles sintomáticos y probablemente estén interaccionando con *P. cinnamomi*. Este trabajo permitirá detectar hongos rizosféricos que propicien la infección por *P. cinnamomi* y los que podrían impedir su establecimiento, para así diseñar estrategias de mitigación de la enfermedad basadas en las interacciones microbianas que este patógeno establece a nivel de la rizósfera.

Diversidad funcional de bacterias endosimbiontes cultivables de *Melipona beecheii*

Sandra Cortés-Pérez^{1*}; Ronald Ferrera-Cerrato¹; Arely Anayansi Vargas-Díaz²; Alejandro Alarcón¹

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

²Laboratorio de Bioprocesos. Colegio de Postgraduados. Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac 24450, Champotón, Campeche. México.

*Autor de correspondencia: sandracortesperez04@gmail.com.mx

Las abejas sin aguijón (meliponinos) tienen un valor económico importante en nuestro país. Los estudios sobre la diversidad de microorganismos asociados a estas abejas causan interés por su potencial biotecnológico. Por ello, es importante el aislamiento y la determinación filogenética de especies microbianas asociadas a estos insectos. Por lo anterior, surge la pregunta ¿Cuál es la diversidad molecular y funcional de las bacterias endosimbiontes cultivables de *Melipona beecheii*?, de la que se planteó el objetivo para determinar la diversidad funcional de bacterias aisladas del tracto digestivo de *M. beecheii*. El muestreo se realizó dentro de un parche de vegetación perturbada (Julio-2022) (CP-Campus Campeche). Para el aislamiento de las bacterias, las abejas fueron almacenadas y transportadas al laboratorio. El cultivo se realizó en ocho medios sólidos (dilución 10⁻¹ y 10⁻²): agar nutritivo, McConkey, Malta, agar papa dextrosa y Czapek. Los medios Pikovskaya, Luria Bertani (Triptófano) y NFb, para detectar capacidades fisiológicas: solubilización de fosfato inorgánico, la producción de auxinas y la fijación de nitrógeno, respectivamente. El ADN de las cepas puras se obtuvo por el método de CETAB 2%, y la reconstrucción filogenética se realizó mediante estadística bayesiana (desviación-estándar <0.01). Se aislaron 68 cepas bacterianas (64 de ellas fueron Gram positivas). Las bacterias de tipo bacilar fueron las más abundantes. *Bacillus*, *Prestia*, *Ewingella*, *Rosellomorea*, *Corynebacterium*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, *Pantoea*, *Weissella*, *Providencia*, *Acinetobacter*, *Lactococcus*, *Serratia*, *Klebsiella* y *Stenotrophomonas* fueron los géneros predominantes. Algunas especies de estos géneros son conocidas por su uso biotecnológico; por ejemplo, *Bacillus subtilis* utilizado como agente de control biológico y *Acinetobacter plantarum* capaz de realizar la fermentación láctica. En conclusión, estos microorganismos son elementos clave para la generación y el desarrollo de herramientas bióticas dirigidas a procesos industriales (producción de alimentos y biofertilizantes), por lo que los meliponinos tienen importancia agroecológica como portadores de inóculos con uso potencial en la agronomía.

Respuestas bioquímicas y fisiológicas de *Sorghum bicolor* a los compuestos orgánicos volátiles emitidos por el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*

Sandra Goretti Adame-Garnica¹; Arturo Ramírez-Ordorica¹; Vicente Montejano-Ramírez¹; Robert Winkler²; Eduardo Valencia Cantero¹; Lourdes Macías-Rodríguez^{1*}

¹Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Universidad s/n, Edif. B-3, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México.

²CINVESTAV-LANGEBIO, IPN, Irapuato, Guanajuato, México.

*Autor de correspondencia: lourdes.macias@umich.mx

Beauveria bassiana es un hongo entomopatógeno facultativo de distribución cosmopolita que parasita y consume una amplia variedad de artrópodos, entre ellos los insectos. Un aspecto interesante de su biología, es que presenta la habilidad de colonizar el tejido interno de las plantas sin causar un daño aparente. Algunos microorganismos del suelo promueven el crecimiento y estimulan los mecanismos de defensa en las plantas mediante la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs). Los COVs son moléculas de bajo peso molecular que se presentan en fase gaseosa a la temperatura ambiente y su función en la naturaleza se relaciona con la “comunicación” intra e interespecies. Actualmente, no hay reportes sobre las respuestas bioquímicas y fisiológicas de las plantas ante la presencia de los COVs que emiten los hongos entomopatógenos. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de los COVs de *B. bassiana* en la promoción del crecimiento vegetal, el perfil de metabolitos y la activación de los mecanismos de defensa en plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*). La interacción planta-hongo se llevó a cabo en un sistema de compartimentos separados y al cabo de 7 días se registraron distintos parámetros de crecimiento y desarrollo. El perfil de metabolitos se analizó mediante la técnica analítica UPLC-MS y la expresión de genes *SbCO11* y *SbPR-1* relacionados con la defensa se cuantificaron por qPCR. Los COVs de *B. bassiana* promovieron el crecimiento vegetal y afectaron la expresión del gen *SbPR-1*. Particularmente, el 3-metilbutanol indujo cambios en el perfil de metabolitos del sorgo. Estos resultados muestran que los COVs emitidos por los hongos entomopatógenos son “percibidos” por las plantas modulando distintos procesos biológicos que permitan el establecimiento de una interacción.

Identificación morfológica y genética de ectomicorrizas asociadas a *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* en la Cuenca de Oriental, Puebla

Marian Silvana Vásquez Jiménez¹, Yajaira Baeza Guzmán^{2*}, Dora Trejo Aguilar², Sergio Rafael Vásquez Zárate³

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

²Facultad de Antropología, Universidad Veracruzana. Francisco Moreno S/N, Francisco Ferrer Guardia, 91026 Xalapa-Enríquez, Ver., México.

*Autor de correspondencia: ybaeza@uv.mx

En el presente estudio se evaluó la comunidad de hongos ectomicorrízicos (ECM) asociados a las raíces de *P. cembroides* subsp. *orizabensis* en la Cuenca de Oriental, Puebla. Se colectaron muestras de suelo del relicto de bosque de *P. cembroides* subsp. *orizabensis*, en tres transectos, marcados desde el límite del bosque con un campo de cultivo hasta la zona conservada del bosque, seleccionando cinco árboles en cada uno. Se utilizaron las puntas micorrizadas del suelo para la identificación de ECM. Las puntas se agruparon por morfotipo y se realizó la identificación molecular de cada morfotipo. Se evaluó la diversidad alfa y beta, a partir de los morfotipos identificados, resultando en un total de 16 morfotipos, en la parte morfológica. De estos, cuatro se identificaron molecularmente hasta género (*Tricholoma* sp., *Rhizopogon* sp., *Geopora* sp. y *Tomentella* sp.).

**PONENCIA
CLAUSURA**

Control biológico de enfermedades: Del campo al laboratorio y de vuelta al campo

Birgit Jensen^{1*}

¹Universidad de Copenhague, Facultad de Ciencias, Departamento de Ciencias Vegetales y Ambientales, Sección de Ecología Microbiana y Biotecnología, Thorvaldsensvej 40, 1871 Frederiksberg C, Dinamarca.

*Autor de correspondencia: bj@plen.ku.dk

En la producción agrícola, el control biológico de enfermedades utilizando microorganismos benéficos vivos (BCA) se ha convertido en un tema de gran interés como alternativa ecológica a los plaguicidas químicos convencionales por varias razones. El uso excesivo de fungicidas ha causado problemas ecológicos y de salud pública adversos, como la acumulación de residuos dañinos en los alimentos y forraje, y el desarrollo de resistencia a los fungicidas en los patógenos, lo que hace que su uso sea menos efectivo. El primer paso de selección de posibles BCA se basa a menudo en su capacidad para inhibir el crecimiento de patógenos en un medio de cultivo artificial. Posteriormente, la eficacia de los candidatos que muestran buenos resultados *in vitro* se prueba en experimentos con plantas realizados bajo condiciones altamente controladas en cámaras de crecimiento o invernaderos para identificar los BCA más eficientes. Sin embargo, cuando se prueban en el campo, la eficacia y la estabilidad de un aislado seleccionado a menudo son poco fiables. Nuestra investigación en la Universidad de Copenhague se centra en estudiar el rendimiento de los BCA en entornos complejos. En el campo, la actividad de un BCA se ve desafiada por múltiples interacciones con la planta huésped, el patógeno y factores ambientales variables como la temperatura y la humedad fluctuantes, así como la composición del suelo y la comunidad microbiana natural. Por lo tanto, el enfoque básico es "del campo al laboratorio y de vuelta al campo". A partir del campo, se aíslan microorganismos estrechamente asociados con las plantas de cultivo, seguidos de una selección en bioensayos desarrollados para imitar las condiciones ambientales naturales en cámaras climáticas/invernaderos. Se evita la selección *in vitro* ya que hemos experimentado que tales estudios de inhibición de patógenos pueden ser engañosos. El destino y la actividad de los BCA en diversos tejidos vegetales se estudian utilizando métodos clásicos y BCA transformados con genes reporteros. En el campo, la persistencia del BCA se ha monitorizado mediante qPCR y los efectos sobre la microbiota residente se ha determinado mediante secuenciación de amplicones.

El uso práctico del BCA se aborda estudiando la producción de esporas y la formulación, así como la viabilidad de las esporas y posteriormente su capacidad para controlar enfermedades. También se tiene en cuenta la relación dosis-respuesta. Comprender los mecanismos de acción de los BCA es importante para lograr un control óptimo de las enfermedades, pero también para fines de evaluación de riesgos. Los mecanismos, como la antibiosis, la competencia, el micoparásito y, sobre todo, la resistencia inducida (el BCA activa el propio sistema de defensa de las plantas), se estudian mediante microscopía, expresión génica y metabolómica. Un control fiable de las enfermedades y un aumento del rendimiento son fundamentales para que los agricultores acepten los BCA como una medida alternativa de control de enfermedades. Varios años de ensayos de campo con el mismo BCA nos han proporcionado información valiosa sobre su fiabilidad en diversas

PONENCIA CLUSURA

condiciones abióticas y bióticas, lo que nos ha permitido evaluar el valor de los resultados de los estudios planta-patógeno-BCA realizados bajo condiciones controladas.

En la conferencia se presentarán casos de aplicación de BCA fúngicos, principalmente *Clonostachys rosea* y *Trichoderma* sp. en trigo y fresa.

Como conclusiones finales, es crucial obtener una comprensión más profunda de la ecología y la capacidad de biocontrol de los posibles BCA en diversas condiciones ambientales y elucidar su modo de acción para mejorar la eficacia e identificar las condiciones en las que la aplicación en campo puede ser exitosa. Este tipo de conocimiento también es necesario para la aprobación de productos BCA en Europa.

MEMORIAS DEL 1ER. ENCUENTRO NACIONAL DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS PARA LA AGRICULTURA

Se terminó de editar en Ciudad Obregón Sonora; el 12 de septiembre de 2024, por la Oficina de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Sonora.

Fue puesto en línea para su disposición en el sitio
www.itson.mx
en la sección de Publicaciones.

18-20 DE SEPTIEMBRE DE 2024
MORELIA, MICHOACÁN



MEMORIAS DEL 1ER. ENCUENTRO NACIONAL DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS PARA LA AGRICULTURA



PRIMER ENCUENTRO NACIONAL
SOBRE MICROORGANISMOS
BENÉFICOS PARA LA AGRICULTURA

SINOPSIS

EL USO DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN LA AGRICULTURA COMO BIOFERTILIZANTES O AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO PARA PROMOVER EL CRECIMIENTO Y SALUD DE CULTIVOS VEGETALES ES CADA VEZ MÁS COMÚN. SE UTILIZAN PRINCIPALMENTE COMO COMPLEMENTO O ALTERNATIVA DE LOS INSUMOS QUÍMICOS CON EL OBJETIVO DE REDUCIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA. EXISTE UNA AMPLIA GAMA DE PRODUCTOS COMERCIALES ELABORADOS A PARTIR DE INÓCULOS DE DIVERSOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS, INCLUYENDO BACTERIAS Y HONGOS PRINCIPALMENTE.

ADEMÁS DE LAS EMPRESAS QUE PRODUCEN Y VENDEN MICROORGANISMOS BENÉFICOS, TAMBIÉN EXISTEN ASOCIACIONES DE PRODUCTORES AGRÍCOLAS QUE INSTALAN BIOFÁBRICAS QUE SIRVEN COMO MÓDULOS DE REPRODUCCIÓN A PEQUEÑA ESCALA PARA USO LOCAL. SIN EMBARGO, PARA LA INTEGRACIÓN EXITOSA DE LOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN LA AGRICULTURA SE REQUIERE ESTABLECER CRITERIOS COMUNES EN SU PRODUCCIÓN, FORMULACIÓN, DOSIFICACIÓN, PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD, MÉTODOS DE APLICACIÓN, COMPATIBILIDAD CON OTRAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS, EVALUACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGOS INCLUYENDO IMPACTOS AMBIENTALES Y POSIBLES EFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD HUMANA, QUE SIRVAN COMO BASE PARA SU REGULACIÓN ESTATAL Y NACIONAL ASEGURANDO UN MANEJO SOSTENIBLE DE ESTOS MICROORGANISMOS.

OTRO ASPECTO FUNDAMENTAL PARA EL USO DE LOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS ES CONOCER SU MODO DE ACCIÓN Y DE MANERA GENERAL SU ECOLOGÍA, COMO SON LAS INTERACCIONES CON OTRA BIOTA PLANTA-SUELO. POR LO TANTO, EL OBJETIVO DE ESTE PRIMER ENCUENTRO NACIONAL SOBRE MICROORGANISMOS BENÉFICOS PARA LA AGRICULTURA ES PROPORCIONAR UN ESPACIO DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS Y CONOCIMIENTOS ENTRE INVESTIGADORES, ESTUDIANTES, EMPRESAS, PROFESIONALES DEL SECTOR AGRÍCOLA Y GUBERNAMENTAL SOBRE AVANCES CIENTÍFICOS, TECNOLOGÍAS INNOVADORAS, BUENAS PRÁCTICAS EN LA PRODUCCIÓN, ANÁLISIS DE RIESGO Y LEGISLACIÓN, ASÍ COMO EL USO Y MANEJO SOSTENIBLE DE LOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS PARA LA AGRICULTURA EN MÉXICO.

