



IX Simposio
Internacional
de Bacterias Fitopatógenas y
microorganismos benéficos de plantas



RESÚMENES

IX Simposio Internacional de Bacterias Fitopatógenas y Microorganismos Benéficos de las Plantas

**Del 25 al 27 de septiembre de 2024
Guadalajara, Jalisco, México**

PRESENTACIÓN

La práctica de la agricultura moderna requiere necesariamente de tecnificación e implementación de conocimientos técnicos basados en información científica rigurosa y actualizada. Este requerimiento es más imperativo aún ante la aparición de enfermedades nuevas de las plantas y la dispersión mundial de enfermedades ya conocidas. El impacto de las infecciones bacterianas sobre los cultivos puede ser catastrófico, como indican varios casos bien conocidos en diferentes países y regiones.

Por otra parte, los agricultores de menores recursos requieren asimismo de manera urgente, de asesoría técnica y de técnicas de manejo accesibles a sus posibilidades económicas. En este contexto el intercambio de ideas y de los últimos avances científicos es indispensable para el crecimiento sostenido de la generación de conocimiento científico, y por ende para una agricultura sostenible y sustentable.

Cabe destacar que esta edición del IX Simposio Internacional de Bacterias Fitopatógenas y Microorganismos Benéficos de las Plantas también se ve enriquecida con la asistencia de expertos de talla internacional, que han tenido a bien contribuir con valiosas aportaciones al desarrollo del evento.

El comité organizador se complace en ofrecer esta edición de los Resúmenes del evento, esperando que el mismo sea satisfactorio y fructífero para los asistentes y todas las personas interesadas en este tema apremiante y de interés mundial, para la fitosanidad agrícola y forestal y la seguridad alimentaria mundial.

Comité Editorial

IX Simposio Internacional

de Bacterias Fitopatógenas y Microorganismos Benéficos de las Plantas

Septiembre de 2024

Dr. Gil Virgen Calleros

Universidad de Guadalajara

Dr. Sergio R. Sánchez Peña

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

CONTENIDO

ECOLOGÍA MICROBIANA DENTRO DE LOS SISTEMAS ACUAPÓNICOS CON RECIRCULACIÓN DE AGUA EN MÉXICO

Mayra Yadira Aguilar Ramírez, José Pablo Lara Ávila, Juan Carlos Rodríguez Ortiz

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL MANEJO DE ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS

Yiannis Ampatzidis

AVANCES EN LA TECNOLOGÍA DE INOCULANTES PROMOTORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL: FORMULACIONES Y PERSPECTIVAS PRÁCTICAS

Luz de-Bashan

EL PAPEL DE LOS BIOESTIMULANTES VEGETALES DE BASE MICROBIANA PARA LA AGRICULTURA SOSTENIBLE

Cinzia Margherita Berteà

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATO PARA EL USO SOSTENIBLE DEL FÓSFORO EN LA

AGRICULTURA

Gilberto de Oliveira Mendes

SOLUBILIZACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE FÓSFORO POR ACTINOBACTERIAS ENDÓFITAS DE *Bromus aulecus*- SOLUBILIZATION OF DIFFERENT PHOSPHATE SOURCES BY ENDOPHYTIC ACTINOBACTERIA OF *Bromus aulecus*

I. F. Della-Mónica, N. Quiterio-Flores, G. Yañez-Ocampo, M. V. Novas

MANEJO BIOLÓGICO DE LOS NEMATODOS PARÁSITOS DE LAS PLANTAS: NO HAY UNA SOLUCIÓN SIMPLE

Johan Desaeger

TECNOLOGÍA DE SENSORES PARA DETECTAR ESTRÉS BIÓTICO Y ABIÓTICO EN PLANTAS

Reza Ehsani

COMPARACIÓN DE LA SOLUBILIZACIÓN DE FOSFATO DE CALCIO, ALUMINIO Y HIERRO CON BACTERIAS DEL SUELO

Grecia E. Gomez-Mora, J. A Lugo-de la Fuente, R. Vaca-Paulín, N. de la Portilla-López, P. del Águila-Juárez, I. F Della- Mónica, Y G. Yañez-Ocampo

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE CONSORCIOS MICROBIANOS E INDUCTORES DE RESISTENCIA PARA EL CONTROL DE BOTRYTIS CINEREA EN FRESA.

L. Antonio Guapo-Mora, Gil Virgen-Calleros, Carla V. Sánchez-Hernández, Paola Palmeros-Suárez

DETECCIÓN Y MANEJO DE FRUIT BLOTCH (*Acidovorax citrulli*)

Ana María Hernández-Anguiano

ANÁLISIS METABOLÓMICO DE LA INTERACCIÓN Solanum-Clavibacter

V. A. Hernández-Aranda, J. M. Cevallos-Cevallos, M. Escoto-Rodríguez, R. Jarquin-Gálvez, J. P. Lara-Ávila

EL METABOLISMO DE LA LISINA Y LA VITAMINA B6 EN LA DEFENSA DE LAS PLANTAS

Pradeep Kachroo

IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LAS BACTERIAS FITOPATÓGENAS EN EL SECTOR AGRÍCOLA MEXICANO

Dimas Mejía Sánchez

EXPLORACIÓN DE RIZOBACTERIAS PRODUCTORAS DE ÁCIDO INDOL-3-ACÉTICO (AIA) AISLADAS DE LA RIZOSFERA DE LA PAPA

N. Quiterio-Flores, L. A. Sánchez-Paz, J. A. Lugo de la Fuente, R. Vaca-Paulín, N. de la Portilla-López, P. del Águila-Juárez, P., I. F. Della-Mónica, G. Yáñez-Ocampo

TRICHODERMA, A PLANT BENEFICIAL MICROORGANISM WITH MULTIPLE USES FOR AGRICULTURE

Prof. Sheridan L. Woo

EFFECTO DEL ACTINOMICETO *Mycobacterium sherrisii* SOBRE LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS DE AGAVE

(*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick) Y MAÍZ (*Zea mays* L.)

Quiahuitl María Guadalupe Zavala-Navarro, Rafael Guzmán-Mendoza, Eugenio MarIn Pérez-Molphe Balch, Héctor Gordon Núñez-Palenius, Gabriela Ana Zanor, Rogelio Costilla-Salazar, Lisset Herrera-Isidron

ECOLOGÍA MICROBIANA DENTRO DE LOS SISTEMAS ACUAPÓNICOS CON RECIRCULACIÓN DE AGUA EN MÉXICO

¹Mayra Yadira Aguilar Ramírez, ¹José Pablo Lara Ávila, ¹Juan Carlos Rodríguez Ortiz

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Km 14.5 Carretera San Luis Potosí-Matehuala, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México. CP 78321.

El crecimiento demográfico ha planteado el desafío de encontrar soluciones que satisfagan la alta demanda de alimentos de calidad, una tarea que la agricultura convencional no ha podido sostener debido a su uso excesivo de recursos. Como consecuencia, se ha incrementado el uso de plaguicidas y fertilizantes, impactando negativamente en el medio ambiente y contribuyendo al desarrollo de resistencia a los pesticidas. Una alternativa real a esta problemática es la acuaponía. En estos sistemas integrales de producción de alimentos se combina la producción acuícola con la producción hidropónica, permitiendo reutilizar los efluentes acuícolas, y trayendo como consecuencia una disminución en el uso de agua y de fertilizantes sintéticos. Este trabajo a través de estudios metagenómicos nos permitió conocer la ecología microbiana presente en la rizosfera de tres sistemas acuapónicos y así poder entender cómo interactúan los microorganismos con los diferentes componentes estructurales del sistema y con los compuestos químicos provenientes de los efluentes, encontrando a su vez soluciones que optimicen el uso de los nutrientes ya presentes para la nutrición de los cultivos vegetales disminuyendo a su vez el uso de fertilizantes sintéticos.

Palabras clave: Ecología microbiana, metagenomas, acuaponía, fertilización.

Tema: Inteligencia Artificial

Email: i.ampatzidis@ufl.edu>

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL MANEJO DE ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS

Yiannis Ampatzidis

Southwest Florida Research & Education Center, Precision Agriculture Engineering, University of Florida, 34142.

La presentación explora el papel transformador de la inteligencia artificial (IA) en la revolución del control y la gestión de las enfermedades de las plantas. Al integrar la IA con tecnologías avanzadas como la automatización y la robótica, la agricultura de precisión está preparada para alcanzar nuevos niveles de eficiencia y eficacia en el control de enfermedades. La charla destaca las innovaciones clave, incluidos los pulverizadores (fumigadores) inteligentes con aplicaciones de tasa variable para el control específico de plagas y enfermedades, y el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV) para el control preciso de nutrientes, plagas y enfermedades. Estas herramientas de vanguardia no sólo mejoran la sostenibilidad de la producción comercial de cultivos, sino que también mejoran la competitividad del sector agrícola. Al adoptar estas tecnologías impulsadas por la IA, las granjas productoras pueden realizar la transición hacia prácticas agrícolas más sostenibles, resilientes y adaptadas al clima.

Palabras clave: Inteligencia artificial, Enfermedades de las plantas, Monitoreo, Robótica.

Topic: Artificial Intelligence

Email: i.ampatzidis@ufl.edu>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PLANT DISEASE MANAGEMENT

Yiannis Ampatzidis

¹Southwest Florida Research & Education Center, Precision Agriculture Engineering, University of Florida, 34142

This presentation explores the transformative role of artificial intelligence (AI) in revolutionizing plant disease monitoring and management. By integrating AI with advanced technologies such as automation and robotics, precision agriculture is set to achieve new levels of efficiency and effectiveness in disease control. The talk highlights key innovations, including smart sprayers with variable rate applications for targeted pest and disease management, and the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for precise nutrient, pest, and disease monitoring. These cutting-edge tools not only improve the sustainability of commercial crop production but also enhance the agricultural sector's

competitiveness. By adopting these AI-driven technologies, farms can transition towards more sustainable, resilient, and climate-adaptive agricultural practices.

Keywords: Artificial intelligence, Plant disease, Monitoring, Robotics.

Tema: Inoculantes microbianos y crecimiento vegetal Email:

AVANCES EN LA TECNOLOGÍA DE INOCULANTES PROMOTORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL: FORMULACIONES Y PERSPECTIVAS PRÁCTICAS

Luz de-Bashan

Bashan Institute of Science, Auburn, Alabama, USA

Department of Entomology and Plant Pathology, Auburn University, Alabama, USA

La inoculación de plantas con bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) y simbioses vegetales para mejorar el rendimiento de las plantas se ha realizado durante décadas. Sin embargo, después de que se inoculan suspensiones de bacterias en el suelo sin un portador adecuado, la población bacteriana disminuye rápidamente para la mayoría de las especies de PGPB. Este fenómeno, combinado con la producción de biomasa bacteriana, la necesidad de mantener la actividad en la rizósfera y el estado fisiológico de las bacterias en el momento de la aplicación puede impedir la acumulación de una población de PGPB lo suficientemente grande y efectiva en la rizósfera. Estas bacterias inoculadas, al no estar protegidas, deben competir con la microflora nativa, a menudo mejor adaptada, y resistir la depredación de la microfauna del suelo. En consecuencia, un aspecto importante en la formulación de inóculos es proporcionar un microambiente más adecuado, combinado con protección física durante períodos prolongados para evitar una rápida disminución de las bacterias introducidas en el suelo. Los inoculantes para uso a escala de campo deben diseñarse para proporcionar una fuente confiable de bacterias que sobrevivan en el suelo y estén disponibles para la planta cuando sea necesario.

Además de la turba, que tradicionalmente ha sido el portador de elección para PGPB y *Rhizobia* (Bashan et al. 2014), se han reportado portadores orgánicos como paja de maíz, arena, carbón vegetal, compost, cáscara de arroz, salvado de arroz y biochar como formulaciones secas en invernaderos y, en menor medida, en el campo. Aunque estos desechos orgánicos pueden funcionar bien como portadores, la principal limitación es la disponibilidad de la materia prima para la industria. No pueden formar la base de una gran industria, especialmente cuando la materia prima del lote es variable. Este hecho hace que los informes sobre la formulación de inóculos secos se limiten a experimentos de invernadero, con baja reproducibilidad y rara aplicación en experimentos de campo. Las formulaciones sintéticas basadas en alginato y quitosano, más orientadas a la industria, ofrecen ventajas sustanciales sobre los portadores orgánicos, incluyendo una vida útil más larga, mayor supervivencia en el campo, mantenimiento

de una densidad celular suficiente, facilidad de fabricación y mejor rendimiento en general. Sin embargo, la información sobre el uso de estas formulaciones poliméricas en experimentos de invernadero es reducida en comparación con el uso de portadores orgánicos.

Finalmente, si bien los efectos positivos de inocular diferentes plantas con PGPB han sido ampliamente reportados, en muchos casos los datos presentados provienen de experimentos muy limitados o se recopilaron solo en condiciones de invernadero y, a menudo, presentan deficiencias metodológicas. Los problemas más notables incluyen: 1) la práctica defectuosa de medir el peso fresco (Bashan et al. 2017); 2) técnicas incorrectas para determinar de manera efectiva la capacidad de solubilizar fosfato inorgánico (P) (Bashan et al. 2013); 3) deficiencias en el diseño de consorcios de PGPB (Bashan et al. 2016, 2020), 4), inconveniencia del uso de suelo o sustrato estéril (de-Bashan and Nannipieri, 2024), y 5) falta de estudios sobre el efecto global de la inoculación sobre la comunidad microbiana endógena, las características del suelo y el seguimiento de las bacterias inoculadas (de-Bashan and Nannipieri 2024).

Referencias

Bashan, Y., de-Bashan, L.E., Prabhu, S.R., and Hernandez, J.-P. 2014. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998-2013). (A Marschner Review). *Plant and Soil* 378: 1-33

Bashan, Y., Huang, P., Kloepper, J.W., and de-Bashan, L.E. 2017. A proposal for avoiding fresh-weight measurements when reporting the effect of plant growth-promoting (rhizo)bacteria on growth promotion of plants. *Biology and Fertility of Soils*. 53:1-2.

Bashan, Y., Kamnev, A.A., de-Bashan, L.E. 2013. Tricalcium phosphate is inappropriate as a universal selection factor for isolating and testing phosphate-solubilizing bacteria that enhance plant growth: a proposal for an alternative procedure. *Biology and Fertility of Soils* 49: 465-479 DOI: 10.1007/s00374-012-0737-7.

Bashan, Y., Kloepper, J.W., de-Bashan, L.E., and Nannipieri, P. 2016. A need for disclosure of the identity of microorganisms, constituents, and application methods when reporting tests with microbe-based or pesticide-based products. *Biology and Fertility of Soils* 52: 283-284.

de-Bashan, L., Nannipieri, P., 2024. Recommendations for plant growth-promoting bacteria inoculation studies. *Biology and Fertility of soils* <https://doi.org/10.1007/s00374-024-01798-w>

Bashan, Y., Prabhu, S.R., de-Bashan, L.E., Kloepper, J. 2020. Disclosure of exact protocols of fermentation, identity of microorganisms within consortia, formation of advanced consortia with microbe-based products. *Biology and Fertility of Soils* 56:443-445

Tema: Bioestimulantes microbiales

email: cinzia.bertea@unito.it

EL PAPEL DE LOS BIOESTIMULANTES VEGETALES DE BASE MICROBIANA PARA LA AGRICULTURA SOSTENIBLE

Cinzia Margherita Bertea

Department of Life Sciences and Systems Biology

University of Torino (Italy)

Se prevé que la población mundial alcance los 10.600 millones de personas en 2050, por lo que se han dirigido esfuerzos globales para aumentar los recursos alimentarios mediante la mejora de los cultivos o las prácticas agronómicas. Sin embargo, la mayor demanda mundial de alimentos se ve gravemente amenazada por los efectos del cambio climático.

Los bioestimulantes vegetales representan una estrategia sostenible y eficiente para obtener estabilidad del rendimiento de los cultivos cultivados en condiciones óptimas o de estrés, contribuyendo así a un modelo agrícola climáticamente inteligente para el futuro. Entre las diversas categorías de bioestimulantes, los bioestimulantes microbianos compuestos por microorganismos como las rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPR) y/o microbios pueden estimular la absorción de nutrientes y agua, producir hormonas, sideróforos, ácidos orgánicos y metabolitos secundarios, mejorar la tolerancia al estrés y el rendimiento y la calidad de los cultivos. El número de estudios relacionados con el uso beneficioso de los microorganismos está aumentando a un ritmo exponencial debido a las nuevas tecnologías, que permiten una selección precisa y la comprensión del valor añadido de los consorcios microbianos. La charla se centrará principalmente en los roles de las PGPR en la modulación de las respuestas fisiológicas y bioquímicas relacionadas con la tolerancia al estrés abiótico y biótico en los cultivos y las aplicaciones potenciales de algunas cepas como componentes para formular bioestimulantes microbianos.

Tema: Microbial biostimulants

email: cinzia.bertea@unito.it

THE ROLE OF MICROBIAL-BASED PLANT BIOSTIMULANTS FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE

Cinzia Margherita Bertea

Department of Life Sciences and Systems Biology

University of Torino (Italy)

The world's population is predicted to reach 10.6 billion by 2050, so global efforts have been addressed to increase food resources by improving crop or agronomic practices. However, the increased global food demand is severely threatened by climate change effects.

Plant biostimulants represent a sustainable and efficient strategy to obtain yield stability of agronomic and other crops under either optimal or stress conditions, thereby contributing to a climate-smart farm model for the future. Among various categories of biostimulants, microbial biostimulants composed of microorganisms such as plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and/or microbes are able to stimulate nutrient and water uptake, produce hormones, siderophores, organic acids and secondary metabolites, enhance stress tolerance and crop yield and quality.

The number of studies related to the beneficial use of microorganisms is increasing at an exponential rate due to the new technologies, which allow for an accurate selection and understanding of the added value of microbial consortia.

The talk will be mainly focused on the roles of PGPR in modulating physiological and biochemical responses related to abiotic and biotic stress tolerance in crops and the potential applications of some strains as components to formulate microbial biostimulants.

MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATO PARA EL USO SOSTENIBLE DEL FÓSFORO EN LA AGRICULTURA

¹Gilberto de Oliveira Mendes

¹Universidad Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

El uso sostenible de las reservas naturales de fósforo (P) es crucial para garantizar la seguridad alimentaria mundial, dado que la mayor parte del fosfato de roca (PR) extraído se aplica como fertilizante para cultivos agrícolas. Mientras que la demanda mundial de alimentos está aumentando rápidamente, algunos pronósticos indican que las reservas de fósforo de alta calidad se reducirán considerablemente en el próximo siglo. Los microorganismos solubilizantes de fosfato (PSMs) representan una solución biotecnológica para satisfacer la demanda de uso eficiente y sostenible de las reservas de fósforo. Estos microorganismos solubilizan el fósforo de minerales de baja solubilidad mediante la liberación de ácidos orgánicos, que actúan disolviendo directamente el mineral fosfato o formando complejos con los cationes que acompañan al anión fosfato. De esta forma, con los PSM se pueden desarrollar dos soluciones biotecnológicas:

1. Procesos biotecnológicos para la producción de fertilizantes: los PSM se utilizan en rutas alternativas de solubilización de PR para producir fertilizantes solubles. En esta estrategia, los ácidos orgánicos producidos por el microorganismo actúan como sustitutos de los ácidos inorgánicos utilizados en la acidulación convencional de PR. El cultivo del microorganismo puede realizarse en un sistema de fermentación en estado sólido o en fermentación líquida. El PR tratado en estos sistemas se transforma en un producto rico en P soluble, con un efecto análogo al de los fertilizantes fosfatados convencionales.
2. Inoculantes del suelo: se inoculan PSM en la rizosfera para que el P esté disponible para la planta. En esta estrategia, el microorganismo puede actuar para desorber el P del suelo, permitiendo el acceso al P no lábil, además de reducir la fijación del P añadido vía fertilización, aumentando la eficiencia de los fertilizantes fosfatados.

Palabras clave: Fósforo, Fosfato, disponibilidad, solubilización.

PHOSPHATE-SOLUBILIZING MICROORGANISMS FOR SUSTAINABLE PHOSPHORUS USE IN AGRICULTURE

¹Gilberto de Oliveira Mendes

¹Federal University of Uberlândia (UFU), Uberlandia, Minas Gerais, Brazil

The sustainable use of natural phosphorus (P) reserves is crucial to ensuring world food security, given that most of the mined rock phosphate (RP) is applied as fertilizer for agricultural crops. While the world demand for food is increasing rapidly, some forecasts indicate that high-grade P reserves will be greatly depleted in the next century. Phosphate-solubilizing microorganisms (PSMs) represent a biotechnological solution to meet the demand for efficient and sustainable use of phosphorus reserves. These microorganisms solubilize P from low-solubility minerals through the release of organic acids, which act by directly dissolving the phosphate mineral, or by complexing the cations that accompany the phosphate anion. In this way, two biotechnological solutions can be developed with PSMs:

1. Biotechnological processes for fertilizer production: PSM is used in alternative RP solubilization routes to produce soluble fertilizers. In this strategy, organic acids produced by the microorganism act as substitutes for inorganic acids used in conventional RP acidulation. The cultivation of the microorganism can be carried out in a solid-state fermentation system or liquid fermentation. The RP treated in these systems is transformed into a product rich in soluble P, with an effect analogous to conventional phosphate fertilizers.
2. Soil inoculants: PSM are inoculated into the rhizosphere to make P available to the plant. In this strategy, the microorganism can act to desorb P from the soil, allowing access to non-labile P, as well as reducing the fixation of P added via fertilization, increasing the efficiency of phosphate fertilizations.

Keywords: Phosphorus, Phosphate, availability, solubilization.

SOLUBILIZACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE FÓSFORO POR ACTINOBACTERIAS ENDÓFITAS DE *Bromus auleticus*

SOLUBILIZATION OF DIFFERENT PHOSPHATE SOURCES BY ENDOPHYTIC ACTINOBACTERIA OF *Bromus auleticus*

¹ I.F. Della-Mónica, ² Quiterio-Flores, N., ² Yañez-Ocampo, G., ¹ Novas, M.V.

[1] Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental. Buenos Aires, Argentina. CONICET - Universidad de Buenos Aires. Instituto de Micología y Botánica (INMIBO). Buenos Aires, Argentina; [2] Facultad de Ciencias, Centro de Investigación en Recursos Bióticos (CIRB), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), Toluca de Lerdo, México.

El fósforo (P) es un nutriente esencial y su biodisponibilidad en los suelos es baja debido a que se encuentra formando fosfatos insolubles con cationes como el aluminio (AlP), hierro (FeP) y calcio (CaP). Para lograr altos rendimientos en los cultivos agrícolas suelen aplicarse fertilizantes fosforados en altas concentraciones que producen contaminación en suelos y eutrofización de aguas. Como alternativa sustentable, durante los últimos años se ha estudiado la utilización de microorganismos del suelo con capacidad de solubilizar distintas fuentes de P. Las actinobacterias endófitas aisladas de pasturas nativas (*Bromus auleticus*) de Argentina han mostrado gran potencial como biocontroladores y es de interés estudiar su posible uso como biofertilizantes. Este trabajo tiene por objetivo el estudio de la solubilización de distintas fuentes de P por parte de actinobacterias biocontroladoras del género *Streptomyces*, endófitas de *B. auleticus*. Para ello se realizaron por triplicado curvas de crecimiento en medio NBRIP líquido suplementado con distintas fuentes de P (AlP, FeP o CaP), se inocularon con 3 cepas distintas (44A7TWB21, 44A7TWB43 y 62A6TWB4) y se incubaron a 28°C en oscuridad y agitación (150 rpm) durante 10 días, midiendo biomasa, P soluble y pH cada 24 h. Se calculó la eficiencia ($\mu\text{g P/ml}$) y la capacidad de solubilización ($\mu\text{g P/ml} \cdot \text{g biomasa}$). Los resultados mostraron que las cepas solubilizaron todas las fuentes de P y tuvieron mayor capacidad solubilizadora con AlP. Se vio que las fuentes más eficientemente solubilizables fueron CaP y AlP. La solubilización de CaP incrementó con el descenso del pH con todas las cepas, mientras que con AlP ocurrió con un incremento de pH con las cepas 44A7 TWB21 y 44A7 TWB43. Esto podría deberse a la posible producción de quelantes y/o sideróforos por las cepas, dados los altos niveles de solubilización de P a partir de AlP y FeP sin acidificar el pH. En conclusión, los resultados mostraron que las cepas de *Streptomyces* ensayadas pudieron liberar P soluble con alta eficiencia a partir de las fuentes insolubles estudiadas. Estos resultados aportan a sentar las bases del conocimiento que permitan utilizar actinobacterias endófitas con actividad

biocontroladora también como biofertilizantes para una agricultura sustentable, más amigable con el medioambiente.

Tema: Control Biológico

Email: jad@ufl.edu

MANEJO BIOLÓGICO DE LOS NEMATODOS PARÁSITOS DE LAS PLANTAS: NO HAY UNA SOLUCIÓN SIMPLE

Johan Desaegeer

University of Florida, Department of Entomology and Nematology, Gulf Coast Research and Education Center, Wimauma, FL 33598, USA

La agricultura orgánica está adquiriendo cada vez más importancia en muchos lugares del mundo. Sin embargo, en las regiones tropicales y subtropicales, y especialmente para cultivos de alto valor como frutas y verduras, los nematodos parásitos de las plantas pueden ser una limitación grave. Los nematicidas químicos y la fumigación del suelo, que son la práctica estándar en los campos de frutas y verduras gestionados de forma convencional y que en la mayoría de los casos proporcionan un buen control de los nematodos problemáticos, no son una opción para los productores orgánicos. Los productores orgánicos en lugares como Florida se enfrentan a un desafío formidable al intentar controlar las plagas y enfermedades transmitidas por el suelo, como los nematodos picadores y los formadores de agallas. Existe una experiencia limitada con la producción orgánica en las regiones tropicales y subtropicales y ha habido una falta de investigación sobre el manejo orgánico de los nematodos. Para que la producción de alimentos orgánicos sea más aceptada, se necesitan opciones efectivas de manejo de nematodos sin fumigantes, lo que requerirá un aumento significativo en la investigación sobre manejo de enfermedades transmitidas por el suelo y nematodos con base biológica. Un manejo efectivo requerirá un enfoque integrado, que incluya (1) cultivos de cobertura, (2) resistencia del huésped, (3) prácticas de desinfestación del suelo con base biológica, (4) nematicidas orgánicos y (5) saneamiento. Se discutirán las oportunidades y limitaciones de estas diferentes prácticas.

Topic: Biological Control Email: jad@ufl.edu

BIOLOGICAL MANAGEMENT OF PLANT-PARASITIC NEMATODES– NO SIMPLE SOLUTION

Johan Desaegeer

Organic agriculture is becoming more important in many places across the world. However, in tropical and subtropical regions, and especially for high-value crops like fruits and vegetables, plant-parasitic nematodes can be a serious constraint. Chemical nematicides and soil fumigation which are the standard practice in conventionally managed fruit and vegetable fields, and in most cases provide good control of problematic nematodes, are not an option for organic growers. Organic growers in places such as Florida face a formidable challenge trying to manage soilborne pests and diseases like root-knot and sting nematodes. There is limited experience with organic production in tropical and subtropical regions and research into organic nematode management has been lacking. For organic food production to become more adopted, effective non-fumigant nematode management options are needed, which will require a significant increase in biologically-based soilborne disease and nematode management research. Effective management will require an integrated approach, including (1) cover crops, (2) host resistance, (3) biologically-based soil disinfestation practices, (4) organic nematicides and (5) sanitation. Opportunities and limitations of these different practices will be discussed.

TECNOLOGÍA DE SENSORES PARA DETECTAR ESTRÉS BIÓTICO Y ABIÓTICO EN PLANTAS**Reza Ehsani¹**¹ Department of Mechanical Engineering, University of California Merced, California 95341, USA

El estrés biótico y abiótico de las plantas causa importantes pérdidas económicas y de producción en la agricultura y la silvicultura. Los factores de estrés bióticos, como los patógenos, las plagas, las enfermedades y los factores abióticos, como las fluctuaciones de temperatura, el estrés hídrico y las deficiencias de nutrientes, pueden afectar significativamente el crecimiento y el rendimiento de las plantas. Las infecciones bacterianas, fúngicas y virales a menudo causan enfermedades de las plantas. Solo en los Estados Unidos, hay aproximadamente 50.000 enfermedades parasitarias y no parasitarias de las plantas, lo que pone de relieve el amplio alcance de este problema. Los síntomas se manifiestan en varias partes una vez que una planta está infectada, lo que lleva a pérdidas agronómicas sustanciales. Estas enfermedades pueden propagarse rápidamente en grandes áreas de arboledas y plantaciones, a menudo a través de la introducción accidental de vectores o el uso de material vegetal infectado. Las plantas ornamentales, que pueden actuar como huéspedes, contribuyen aún más a la propagación, ya que con frecuencia se distribuyen ampliamente antes de que se detecten las infecciones. Detectar y gestionar el estrés biótico y abiótico de las plantas es una parte muy importante de la producción de cultivos. La detección temprana de enfermedades no se puede subestimar. Desempeña un papel crucial en la minimización de las pérdidas de cultivos y la prevención de una mayor propagación de estos patógenos devastadores. La implementación de un sistema de detección eficaz es esencial para salvaguardar la productividad agrícola y garantizar la seguridad alimentaria.

Actualmente, los productores dependen principalmente de la exploración de cultivos y de los síntomas visuales para detectar el estrés biótico y abiótico. Este enfoque requiere mucho tiempo y es costoso. Además, en muchos casos, es demasiado tarde para implementar una estrategia eficaz de gestión del estrés cuando aparecen los síntomas visuales. El desarrollo de sensores rentables que puedan detectar el estrés de las plantas en una etapa temprana puede desempeñar un papel fundamental para permitir la identificación temprana y precisa de los factores de estrés que pueden comprometer la salud y la productividad de las plantas.

Esta presentación cubre algunas de las técnicas no invasivas más prometedoras para detectar el estrés de las plantas, ofreciendo una comprensión más profunda de cómo estos métodos pueden revolucionar el monitoreo de la salud de las plantas. El debate se centrará en dos categorías principales:

Técnicas espectroscópicas y de imágenes: explorará métodos como la espectroscopia de fluorescencia, la espectroscopia de infrarrojos visibles, las imágenes de fluorescencia y las imágenes hiperespectrales. Estas tecnologías proporcionan herramientas poderosas para identificar enfermedades de las plantas mediante el análisis de la luz y las imágenes, lo que permite una detección temprana y precisa.

Perfiles de compuestos orgánicos volátiles (VOC): descubra cómo el perfil de compuestos orgánicos volátiles (VOC), sustancias liberadas por las plantas, mediante narices electrónicas o análisis GC/MS puede servir como un enfoque sensible para la detección de enfermedades. Esta técnica distingue entre plantas sanas y enfermas en función de sus firmas químicas únicas. También profundizaremos en los desafíos asociados con estas técnicas, como el impacto de los datos de fondo en la precisión, la necesidad de una optimización adaptada a plantas y enfermedades específicas, y el potencial para automatizar estos métodos para un monitoreo continuo y en tiempo real en condiciones de campo.

Esta charla proporciona una descripción general de los avances recientes en la detección de estreses bióticos y abióticos en plantas. También cubre múltiples tecnologías de vanguardia que actualmente se están desarrollando mediante un esfuerzo de investigación interdisciplinario en el Centro de Investigación de Ingeniería IoT4Ag-NSF para la detección del estrés de las plantas. Se darán ejemplos reales de aplicaciones de estas técnicas para varios cultivos. Al final de la presentación, obtendrá información sobre cómo estos métodos de detección avanzados ofrecen alta precisión y tienen el potencial de integrarse en vehículos agrícolas autónomos. Esta integración podría allanar el camino para una detección confiable y en tiempo real de enfermedades en etapas sintomáticas y asintomáticas, lo que conduciría a un mejor control y manejo de enfermedades de las plantas en la agricultura moderna.

Palabras clave: cultivo arbóreo, detección temprana del estrés, agricultura de precisión.

Topic: Artificial Intelligence email:rehsani@ucmerced.edu

SENSOR TECHNOLOGY FOR DETECTING BIOTIC AND ABIOTIC STRESS IN PLANTS

Reza Ehsani¹

¹ Department of Mechanical Engineering, University of California Merced, California 95341, USA

Plant biotic and abiotic stress cause major production and economic losses in agriculture and forestry. Biotic stressors, such as pathogens, pests, diseases, and abiotic factors, like temperature fluctuations, water stress, and nutrient deficiencies, can significantly impact plant growth and yield. Bacterial, fungal, and viral infections often cause plant disease. In the United States alone, there are

approximately 50,000 parasitic and non-parasitic plant diseases, highlighting the vast scope of this issue. Symptoms manifest on various parts once a plant is infected, leading to substantial agronomic losses. These diseases can quickly spread over large areas in groves and plantations, often through the accidental introduction of vectors or the use of infected plant materials. Ornamental plants, which can act as hosts, further contribute to the spread as they are frequently distributed widely before infections are detected. Detecting and managing plant biotic and abiotic stresses is a very important part of crop production. Early disease detection cannot be overstated. It plays a crucial role in minimizing crop losses and preventing the further spread of these devastating pathogens. Implementing an effective detection system is essential for safeguarding agricultural productivity and ensuring food security.

Currently, growers rely mostly on crop scouting and visual symptoms to detect biotic and abiotic stresses. This approach is time-consuming and costly. Also, in many cases, it is too late to implement an effective stress management strategy when the visual symptoms appear. Developing cost-effective sensors that can detect plant stresses at an early stage can play a pivotal role in enabling early and precise identification of stress factors that can compromise plant health and productivity.

This presentation covers some of the most promising non-invasive techniques for detecting plant stress, offering a deeper understanding of how these methods can revolutionize plant health monitoring. The discussion will focus on two primary categories:

Spectroscopic and Imaging Techniques: You will explore methods such as fluorescence spectroscopy, visible-IR spectroscopy, fluorescence imaging, and hyperspectral imaging. These technologies provide powerful tools for identifying plant diseases by analyzing light and images, enabling early and accurate detection.

Volatile Organic Compounds (VOC) Profiling: Discover how profiling VOCs—substances released by plants—using electronic noses or GC/MS analysis can serve as a sensitive approach to disease detection. This technique distinguishes between healthy and diseased plants based on their unique chemical signatures. We will also delve into the challenges associated with these techniques, such as the impact of background data on accuracy, the need for optimization tailored to specific plants and diseases, and the potential for automating these methods for continuous, real-time monitoring in field conditions.

This talk provides an overview of recent advancements in the detection of both biotic and abiotic stresses in plants. It also covers multiple cutting-edge technologies currently being developed by an interdisciplinary research effort at IoT4Ag-NSF Engineering Research Center for plant stress detection. Real examples of applications of these techniques for several crops will be given. By the end of the presentation, you'll gain insights into how these advanced detection methods offer high accuracy and have the potential to be integrated into autonomous agricultural vehicles. This integration could pave the way for reliable, real-time disease detection at symptomatic and

asymptomatic stages, leading to superior plant disease control and management in modern agriculture.

Keywords: tree crop, early stress detection, precision farming.

COMPARACIÓN DE LA SOLUBILIZACIÓN DE FOSFATO DE CALCIO, ALUMINIO Y HIERRO CON BACTERIAS DEL SUELO

¹Gomez-Mora, G.E., ²Lugo-de la Fuente, J.A., ²Vaca-Paulín, R., ²de la Portilla-López, N., ²del Águila-Juárez, P., ³Della-Mónica, I.F., ¹Yañez-Ocampo, G.

[1] Centro de Investigación en Recursos Bióticos (CIRB), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), Toluca de Lerdo, México; [2] Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), Toluca de Lerdo, México; [3] Grupo de Investigación de Endófitos del Instituto de Micología y Botánica (INMIBO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)-Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina..

El fósforo es un elemento esencial para funciones bioquímicas como la fotosíntesis y la fijación de nitrógeno. Pero en los suelos, este elemento se encuentra en formas inorgánicas insolubles, lo que limita su biodisponibilidad por parte de las plantas. Por lo cual la solubilización de fosfatos mediante bacterias solubilizadoras de fosfato (BSF) representa una alternativa sostenible al uso exhaustivo de agroquímicos.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la eficiencia de solubilización por cinco BSF aisladas de suelo de cultivo papa del nevado de Toluca. Se utilizaron 3 fuentes insolubles de fosfatos, fosfato de calcio, aluminio y hierro mediante la evaluación del índice de solubilización (ISP) en medio sólido y cinéticas de solubilización en medio líquido. Donde se encontró que las cepas C1, C2 y C5 relacionadas con el género *Pseudomonas* y las cepas C3 y C6 relacionadas con *Bacillus* son capaces de solubilizar fosfatos en medios que contienen calcio, aluminio y hierro.

La eficiencia de solubilización tuvo el siguiente orden: calcio > hierro > aluminio. Sin embargo, el ISP no fue efectivo para fosfatos de hierro y aluminio, posiblemente debido a la falta de adaptación de las cepas a estas condiciones. Las cinéticas demostraron que la cepa C2 presentó una mayor capacidad de solubilización en condiciones ácidas con el fosfato de aluminio y hierro. La diversidad genética de las cepas y las condiciones ambientales son factores fundamentales por considerar al evaluar la capacidad solubilizadora de P, un aspecto crítico para el desarrollo de biofertilizantes en la agricultura regenerativa.

Los resultados de esta investigación sugieren que las cepas bacterianas al solubilizar distintas fuentes inorgánicas de fosfato las hace opciones atractivas, en específico la cepa C2 (*Pseudomonas libanensis*). Se recomienda realizar investigaciones adicionales para evaluar el impacto de estas cepas en el rendimiento de los cultivos.

Tema:

Email: Luis.guapo3984@alumnos.udg.mx

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE CONSORCIOS MICROBIANOS E INDUCTORES DE RESISTENCIA PARA EL CONTROL DE *BOTRYTIS CINEREA* EN FRESA.

¹ Guapo-Mora L. Antonio, ¹ Virgen-Calleros Gil, ¹ Sánchez-Hernández Carla V., ¹ Palmeros-Suárez Paola A.

[1] Departamento de Producción Agrícola/ Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara

La fresa, conocida científicamente como *Fragaria x ananassa* Duchesne, es un fruto altamente valorado por su contenido nutricional, su agradable aroma y sabor, así como por su riqueza en antioxidantes y otros compuestos bioactivos que se ha demostrado que pueden reducir el riesgo de padecer cáncer y enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, el cultivo de fresas enfrenta desafíos importantes, entre los que se encuentra la presencia del fitopatógeno *Botrytis cinerea*. Este hongo puede causar pérdidas significativas tanto antes como después de la cosecha, ya que tiene la capacidad de reproducirse tanto en el fruto en el campo como en condiciones de almacenamiento postcosecha. En consecuencia, el control de *Botrytis cinerea* es fundamental para mantener la calidad y la producción de fresas. Las plantas desarrollan diferentes mecanismos de defensa ante el ataque de patógenos, estos mecanismos pueden ser inducidos por estímulos extracelulares altamente específicos producidos por microorganismo. En este estudio se evaluó en campo y en laboratorio bajo condiciones controladas la efectividad biológica de dos consorcios microbianos conformados por las bacterias *Bacillus subtilis* y *Bacillus amyloliquefaciens* y el hongo *Trichoderma harzianum* como agentes de control biológico que inducen una respuesta sistémica, así como algas marinas (Vacciplant), fosetil aluminio, Ecoswing e Isofetamid (Kenja). Adicionalmente, se determinaron los niveles de expresión de los genes de defensa flavonol sintasa (FLS), poligalacturonasa (PG), β -1,3-glucanasa (β -Glu), Chitinasa clase III (Chi3) y la proteína de respuesta a patogénesis (PR1).

Palabras clave: Fresa, *B. cinerea*, *Bacillus spp.*, *Trichoderma harzianum*, control biológico, inductor de resistencia

DETECCIÓN Y MANEJO DE FRUIT BLOTCH (*Acidovorax citrulli*)

Ana María Hernández-Anguiano

Posgrado en Fitosanidad-Fitopatología. Colegio de Postgraduados

Acidovorax citrulli es el agente causal de la enfermedad Bacterial fruit blotch (BFB), también conocida como mancha bacteriana del fruto. En México esta bacteria está considerada como una plaga cuarentenaria (Osdaghi, 2022); sin embargo, el riesgo de su introducción al país es alto (Hernández *et. al* 2022). México importa semilla botánica de diversas especies de la familia Cucurbitaceae así como plántulas de los cultivos de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*), siendo estos los hospedantes primarios de la bacteria.

A. citrulli se transmite por semilla y se considera como un patógeno con alto potencial de destrucción, capaz de causar pérdidas hasta del 100% en viveros y plantaciones bajo condiciones ambientales favorables para su multiplicación y diseminación (Osdaghi, 2022). Elizalde-Jiménez *et al.* (2011) reportaron que México presenta condiciones ambientales favorable para el establecimiento de *A. citrulli*, por lo que en caso de ingresar al país esta bacteria podría atacar múltiples especies de cucurbitáceas, y de causar severos daños económicos en algunas regiones productoras de sandía y melón (SIAP, 2022).

A. citrulli ataca todos los estados de desarrollo de los cultivos de melón y sandía. En estado de plántula la bacteria ocasiona síntomas (tizón) en las hojas los cuales aparecen como pequeñas lesiones acuosas que coalescen y se extienden a lo largo de las venas e hipocótilo o bien pueden llegar a los tallos hasta alcanzar el tejido de las hojas verdaderas y causar la muerte. En fruto los síntomas aparecen justo antes de alcanzar la madurez de cosecha y se hacen evidentes durante las últimas dos semanas de desarrollo sobre la superficie como pequeñas manchas irregulares, de apariencia acuosa, grasienta, verde olivo las cuales pueden extenderse y cubrir la mayor parte del fruto. En los primeros estados de la infección las lesiones son firmes y rara vez penetran dentro de la pulpa, pero en estados avanzados éstas se necrosan agrietan y se tornan café, penetrando la corteza y liberando exudados efervescentes o pegajosos (Osdaghi, 2022).

Para la detección e identificación de *A. citrulli*, se recomienda registrar los síntomas característicos, el aislamiento de la bacteria, la caracterización morfológica y bioquímica de los

aislamientos, la determinación patogénica de estos, así como la aplicación de técnicas serológicas y moleculares (SENASICA 2021).

Debido a que la semilla representa la principal fuente de inóculo primario, y la vía principal para la diseminación a larga distancia de *A. citrulli*, se deben implementar diferentes estrategias para el manejo de la enfermedad BFB (Osdaghi, 2022). Entre estas destacan los esquemas de certificación de semillas y plántulas. Semillas y plántulas deben producirse en áreas o sitios de producción libres de la plaga. Durante la producción, los campos deben estar bajo vigilancia oficial y las plantas deben ser analizadas si se detecta algún síntoma durante la inspección. La producción de plántulas en viveros debe realizarse bajo estrictas medidas de higiene; y la producción de semilla, en regiones con climas secos y frescos, sin antecedentes de BFB, con rotaciones de cultivos de 3 a 5 años con cultivos de no cucurbitáceas. Los campos de producción de semilla se deben inspeccionar visualmente y sólo se cultivan con semillas obtenidas de campos libres de BFB.

Referencias

Elizalde-Jiménez NA, Hernández-Morales J, Leyva-Mir SG, Nava-Díaz C, Sequeira RA, Fowler G, Magarey R. 2011. Evaluación del riesgo de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* asociada a semilla de sandía de importación a México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 29 (2): 133–145.

Hernández-Anguiano AM, Rosas-Medina V, Nava-Díaz C, Torres-Martínez JG. 2023. Detection of *Acidovorax citrulli* in watermelon seedlings in Hopelchén, Campeche, Mexico. *Agrociencia* <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i2.2838>

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2022. Anuario estadístico de la producción agrícola. Datos agrícolas al 2020. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México, México. <http://www.siap.gob.mx>. (Recuperado: mayo 2022).

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2021. Ficha técnica para el diagnóstico de: *Acidovorax citrulli* (Schaad et al., 1978), Schaad et al., 2009 comb. nov. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Tecámac, México. <http://sinavef.senasica.gob.mx/CNRF/AreaDiagnostico/DocumentosReferencia/Documentos/ProtocolosFichas/FichasTecnicas/BacteriasFitopatogenas/1.%20Ficha%>

Osdaghi E. 2022. *Acidovorax citrulli* (bacterial fruit blotch). In CABI Compendium. Centre for Agricultural Bioscience International: Wallingford, UK. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium>.

2676

ANÁLISIS METABOLÓMICO DE LA INTERACCIÓN *Solanum-Clavibacter*

¹ V.A. Hernández-Aranda, ²Cevallos-Cevallos JM, ¹Escoto-Rodríguez M, ¹Jarquín-Gálvez R, ¹Lara-Ávila JP

[1] Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Km. 14.5 Carretera San Luis Potosí, Matehuala, Apartado Postal 32, CP 78321. Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, SLP, México y; [2] Escuela Superior Politécnica del Litoral, Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, Guayaquil P.O. Box 09-01-5863, Ecuador

El cáncer bacteriano del jitomate (*Solanum lycopersicum*), causado por *Clavibacter michiganensis* (*Cm*), es una enfermedad devastadora. Este patógeno posee una alta diversidad genética, mientras que los cultivares comerciales sufren de erosión genética, fenómeno conocido como síndrome de domesticación, lo que les impide responder eficazmente a la enfermedad. A diferencia de los cultivares comerciales, algunas especies silvestres relacionadas con el jitomate, como *Solanum arcanum*, son resistentes a *Cm*. Nuestro estudio se centró en comparar las respuestas metabólicas entre especies susceptibles y resistentes infectadas con *Clavibacter*. Se determinó el perfil metabólico de los tejidos mediante GC-MS. La expresión diferencial de metabolitos reveló una sobreexpresión de ergosterol, ácido 2-fosfoglicérico y beta-sitosterol en plantas silvestres, y tetradecano, 2,6,10-trimetil-, L-sorbosa y levoglucosán en plantas domesticadas. En el trabajo se discutirán el rol de estos metabolitos asociados a respuestas de defensa, así como la relevancia de las ciencias ómicas en la agricultura sustentable para entender la interacción planta-patógeno.

Palabras clave: GC-MS, patosistema, interacción incompatible.

EL METABOLISMO DE LA LISINA Y LA VITAMINA B6 EN LA DEFENSA DE LAS PLANTAS

Pradeep Kachroo

Department of Plant Pathology, University of Kentucky

Tanto las plantas como los seres humanos presentan respuestas adversas a dosis bajas y altas de vitamina B6, a pesar de que se trata de una vitamina soluble en agua que puede excretarse. Curiosamente, los niveles de B6 en ambos organismos se regulan a través del catabolismo de la lisina, y las alteraciones de este proceso conducen a mecanismos de defensa defectuosos en las plantas y a epilepsia dependiente de piridoxina (EDP) en los seres humanos. La EDP es una encefalopatía metabólica que no responde a los fármacos anticonvulsivos, pero que puede tratarse con el vitámero B6 piridoxina. Las investigaciones realizadas durante las últimas siete décadas han demostrado que la EDP suele ser consecuencia de una deficiencia de aldehído deshidrogenasa. A pesar de ello, la EDP sigue siendo un enigma clínico y bioquímico. En particular, las dosis altas de B6 suprimen la defensa de las plantas contra los patógenos y provocan síntomas neuropatológicos en los seres humanos, como pérdida del control muscular, insensibilidad al dolor, ardor de estómago, náuseas y lesiones cutáneas dolorosas. Utilizamos sistemas vegetales para explorar el papel del metabolismo de la lisina y la vitamina B6 en la defensa de las plantas, en particular en la resistencia sistémica adquirida (SAR), un mecanismo de resistencia de amplio espectro activado por una infección local para proteger las partes no infectadas de la planta de infecciones secundarias posteriores. Nuestra investigación ha establecido un papel crucial para los vitámeros B6 en la inmunidad de las plantas. Nuestros hallazgos sugieren que el catabolismo de la lisina puede haber evolucionado a través de la adquisición horizontal de enzimas metabólicas específicas de diversas fuentes bacterianas durante la evolución. Además, ciertas enzimas de las vías metabólicas de la lisina y la prolina pueden haber sido reclutadas como guardianas de los vitámeros B6 y para la desintoxicación de semialdehídos.

Topic: New management strategies

Email: pk62@uky.edu

METABOLISM OF LYSINE AND VITAMIN B6 IN PLANT DEFENSE

Pradeep Kachroo

Department of Plant Pathology, University of Kentucky

Both plants and humans exhibit adverse responses to low and high doses of vitamin B6, despite it being a water-soluble vitamin that can be excreted. Interestingly, B6 levels in both organisms are regulated through lysine catabolism, and disruptions in this process lead to defective defense mechanisms in plants and pyridoxine-dependent epilepsy (PDE) in humans. PDE is a metabolic encephalopathy that is unresponsive to antiseizure drugs but can be treated with the B6 vitamin pyridoxine. Research over the past seven decades has shown that PDE typically results from aldehyde dehydrogenase deficiency. Despite this, PDE remains a clinical and biochemical conundrum. Notably, high doses of B6 suppress plant defense against pathogens and cause neuropathological symptoms in humans, including loss of muscle control, insensitivity to pain, heartburn, nausea, and painful skin lesions. We use plant systems to explore the role of lysine and vitamin B6 metabolism in plant defense, particularly in systemic acquired resistance (SAR)- a broad-spectrum resistance mechanism activated by local infection to protect uninfected parts of the plant from subsequent secondary infections. Our research has established a crucial role for B6 vitamins in plant immunity. Our findings suggest that lysine catabolism may have evolved through the horizontal acquisition of specific metabolic enzymes from diverse bacterial sources during evolution. Additionally, certain enzymes from the lysine and proline metabolic pathways may have been recruited as guardians of B6 vitamins and for semi-aldehyde detoxification.

IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LAS BACTERIAS FITOPATÓGENAS EN EL SECTOR AGRÍCOLA MEXICANO

Dimas Mejía Sánchez

Maestría en Ciencias en Protección Vegetal. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo

Es común que cuando se habla del impacto que tienen las bacterias patógenas de cultivos en el sistema agrícola en México se resalten los aspectos porcentuales, sin embargo, para el responsable directo de la producción, el productor cualquiera que sea su nivel de producción considera otros aspectos los cuales escapan a los que no tienen injerencia directa en la producción, y obvio el sentimiento es diferente.

Es importante recordar que producir por ejemplo cebolla hay muchas personas involucradas; los que proveen insumos, los trabajadores o en ocasiones la misma familia, los que proveen servicios a esos trabajadores, los que transportan, y la venta final del producto, que es donde los consumidores finales se verán afectados o no, dependiendo de diversos factores entre ellos el nivel de daño ocasionado por las bacterias.

Las bacterias impactan a los cultivos causándoles diferentes daños como pudrición, marchitez, manchas, tizones, agallas, roñas, entre otros daños, dependiendo del cultivo, el estado de desarrollo del cultivo y la parte de la planta que va hacer afectada. Pero también su presencia en el cultivo representa un incremento para el productor al realizar cualquier actividad para reducir el efecto de las bacterias.

El daño directo de las bacterias a los cultivos afecta directamente al productor, sin embargo existen bacterias cuya presencia no solo afecta al productor, comienza a afectar jornales, también comienza afectar la movilización del producto o subproducto a nivel nacional o se tiene problemas para la exportación o importación ese se convierte en un problema de seguridad nacional, ello implica la intervención del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA).

En México existen diversas bacterias que, por la importancia del cultivo, el estado regulatorio que representan y la dificultad para su manejo tienen un impacto económico y social, solo se indicaran las siguientes:

Cancro del tomate (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*).

México se encuentra entre los 10 primeros países productores de jitomate rojo.

La bacteria causal del cancro se trasmite por semilla infectada, residuos de cosecha, insectos, raíces contaminadas, instrumentos de labor y puede afectar toda la planta, donde finalmente causa una marchites sistémica y la muerte de la planta. Su manejo involucra aspectos preventivos desde semilla, así como vigilancia durante toda la producción, así como acciones rigurosas que involucren a todo el personal.

HLB de los cítricos (*Candidatus Liberibacter*)

México en 2019 fue el 4to productor a nivel mundial y el 1er exportador a nivel Latino América de cítricos.

El agente causal del HLB o dragón amarillo de los cítricos es un patógeno vascular (floema) y al momento no tiene cura. Cuando un árbol es infectado seguramente con los años morirá, la producción ira disminuyendo.

Los síntomas son dependientes de varios factores, pero en general se presentaran caída de hojas y frutos, frutos deformes, orejas de conejo de las hojas, muerte de ramas, inversión de color, sectores amarillos, entre otros.

Su manejo involucra la atención del insecto vector, su planta hospedera, nutrición balanceada y estimulantes de la planta.

Moko del plátano (*Ralstonia solanacearum* r2)

México es el 10mo productor de Banana y la tercera fruta de mayor producción en México.

El agente causal del moko de plátano esta restringida a unos municipios de Chiapas y tabasco.

La bacteria ocasiona amarillamiento de hoja bandera, marchites, coloración de haces vasculares y pudrición. Es una bacteria que permanece por muchos años en suelo, de fácil diseminación, amplio rango de hospedantes que conviven con el banano y de difícil manejo, actualmente esta asociada a la campaña que realiza SENASICA contra el moko de plátano.

EXPLORACIÓN DE RIZOBACTERIAS PRODUCTORAS DE ÁCIDO INDOL-3-ACÉTICO (AIA) AISLADAS DE LA RIZOSFERA DE LA PAPA

¹N. Quiterio-Flores, ²Sánchez-Paz, L.A., ²Lugo de la Fuente, J.A., ²Vaca-Paulín, R., ²de la Portilla-López, N., ²del Águila-Juárez, P., ²Della-Mónica, I.F., ²Yáñez-Ocampo, G.

[1] Facultad de Ciencias, Centro de Investigación en Recursos Bióticos (CIRB), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), Toluca de Lerdo, México; [2] Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), Toluca de Lerdo, México; [3] Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental. Buenos Aires, Argentina. CONICET - Universidad de Buenos Aires. Instituto de Micología y Botánica (INMIBO). Buenos Aires, Argentina.

En el suelo existen rizobacterias solubilizadoras de fosfato (BSF) que pueden sintetizar ácido indol-3-acético (AIA) a partir del L-triptófano (Trp). La exploración y aprovechamiento de bacterias productoras de AIA puede representar, para la agricultura regenerativa, un recurso sostenible que disminuya el uso de agroquímicos. Por esta razón, las BSF son potencialmente atractivas en la biotecnología agrícola como biofertilizantes. En el presente trabajo se evaluó la producción de AIA en cuatro cepas de BSF, mediante cinéticas en medio líquido, para su aplicación como biofertilizantes. Inicialmente, las BSF se caracterizaron mediante pruebas bioquímicas de interés biotecnológico. Asimismo, se realizó una caracterización macroscópica de las colonias en crecimiento de las BSF. Se confirmó la producción de AIA en las cuatro cepas de BSF y, de manera cuantitativa se evaluó el AIA producido mediante el método espectrofotométrico del reactivo de Salkowski. Posteriormente, con una prueba de rangos múltiples LSD de Fisher (95% de confianza), se seleccionó a la BSF que mostró una mayor producción de AIA. Las cinéticas de producción de AIA se llevaron a cabo con la cepa seleccionada. Para ello, se trabajaron tres tratamientos, en el medio de cultivo caldo PY, adicionado con 500, 1000 y 1500 µg/mL de Trp. En cada tratamiento se monitoreó el crecimiento bacteriano por densidad óptica (DO), la producción de AIA por el método de Salkowski y el pH del medio de cultivo. Los resultados obtenidos en este trabajo evidenciaron que las cuatro cepas de BSF muestran propiedades bioquímicas de interés biotecnológico, como la utilización de diversas fuentes de carbono y síntesis de enzimas contra el daño oxidativo. Las cuatro cepas de BSF produjeron AIA; sin embargo, la cepa 2 fue la que demostró una mayor producción de AIA con 4.5 µg/mL; mientras que las cepas 1, 3 y 4 produjeron 3.5, 3.0 y 3.7 µg/mL de AIA, respectivamente, a las 72 h de incubación. La evaluación del crecimiento bacteriano demostró que la producción de AIA está asociada con el crecimiento celular. Lo mismo ocurre con el pH del medio de cultivo, el cual disminuyó al mismo tiempo que la cepa 2 comenzó a sintetizar AIA. En cuanto a las cinéticas de producción de AIA, en los tratamientos con 500 y 1000 µg/mL de Trp en el medio de cultivo caldo PY, la cepa 2 produjo

2.2 y 4.0 $\mu\text{g/mL}$ de AIA, respectivamente, a las 96 h de incubación. En el tratamiento con 1500 $\mu\text{g/mL}$, la cepa 2 produjo 4.2 $\mu\text{g/mL}$ de AIA, a las 24 h de incubación. Estos datos sugieren que la cantidad de AIA producido es directamente proporcional al Trp adicionado al medio de cultivo. En conclusión, de las cuatro cepas de BSF, la cepa 2 fue la que demostró una mayor producción de AIA. Además, exhibió actividades metabólicas de interés biotecnológico como la síntesis de enzimas catalasa y oxidasa, descarboxilación del aminoácido L-ornitina (Orn) y utilización de fuentes de carbono tanto orgánicas como inorgánicas. Por lo tanto, la cepa 2 es potencialmente prometedora para su aplicación en la biotecnología agrícola como biofertilizante.

TRICHODERMA, A PLANT BENEFICIAL MICROORGANISM WITH MULTIPLE USES FOR AGRICULTURE

Prof. Sheridan L. Woo

Department of Pharmacy, University of Naples Federico II, Naples Italy,

Trichoderma (teleomorfo *Hypocrea*) son hongos filamentosos pertenecientes a la división Ascomycota, Orden Hypocreales y Familia Hypocreaceae. Son colonizadores secundarios oportunistas, saprófitos, micoparásitos o microorganismos cosmopolitas de diversas matrices ambientales: suelo, agua, materiales muertos; distribuidos globalmente en todos los continentes y zonas geográficas, desde selvas tropicales, desiertos secos-calurosos o tundra helada/ártico. El hongo se volvió de interés para la agricultura después de las observaciones y descripciones de Weindling en la década de 1930, quien señaló a *Trichoderma* como un parásito de *Rhizoctonia solani* y otros hongos. Esta y posteriores observaciones de otros, atestiguaron la capacidad biológica de *Trichoderma* para antagonizar varios hongos patógenos de plantas económicamente importantes como *Armillaria mellea*, *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium spp.*, *Botrytis cinerea*, *Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizopus spp.* La capacidad de numerosas especies de *Trichoderma* para inhibir agentes patógenos de plantas pronto caracterizó a este hongo como un agente de control biológico (BCA), brindando las primeras buenas oportunidades para sus aplicaciones en la agricultura como biopesticida.

Sin embargo, no todas las especies de *Trichoderma* son potenciales agentes de control biológico. Recientemente, se analizó la diversidad del género fúngico y se indicó que la clasificación taxonómica es extensa, representada por más de 460 especies de las cuales 375 especies (>80%) han sido validadas mediante códigos de barras moleculares, caracterización morfológica y fisiológica. Entre las especies, sólo aproximadamente 30 son técnicamente de interés agrícola, asociadas con plantas, encontradas en la zona de la raíz del suelo (rizosfera) o internamente como endófitos, etc., reconocidas como micoparásitos y promotores del crecimiento de las plantas (PGP).

En el agroecosistema, *Trichoderma* establece relaciones con microorganismos en la comunidad del suelo, que se encuentran asociados a la planta en la zona de la raíz (rizosfera), internamente como endófitos, e interactúan con otra microbiota vegetal en relaciones positivas y negativas. Es importante destacar que estos hongos son avirulentos para la planta huésped y no suelen ser agentes patógenos, aunque algunas especies están documentadas como

patógenos para hongos comestibles y pacientes inmunodeprimidos, ya que son invasores secundarios oportunistas. Como componente de la microbiota planta-suelo, *Trichoderma* puede tener un impacto valioso en la protección y producción de cultivos, ya que participa en ciclos naturales biológicos, químicos y ecológicos útiles.

Numerosos *Trichoderma* son productos fitosanitarios registrados, reconocidos como agentes de control biológico microbianos, que en su mayoría respaldan las afirmaciones como biopesticidas/biofungicidas. Las capacidades de biocontrol de *Trichoderma* no se limitan exclusivamente a la prevención de fitopatógenos, sino que también pueden incluir el manejo de otros agentes nocivos para los cultivos, incluidos insectos y nematodos. Los mecanismos "tradicionales" de biocontrol directo de patógenos y plagas incluyen los siguientes procesos:

- Antagonismo, que implica parasitismo, mediante el cual *Trichoderma* (parásito) se alimenta directamente de un huésped específico (patógeno-plaga; presa), inhibiendo al agente y limitando el daño a la planta.
- Producción de enzimas que degradan los componentes de la pared celular de hongos o insectos (proteasas, quitinasas y glucanasas), y otros compuestos moleculares bioactivos que inhiben la infección y la infestación.
- Competencia por nichos ecológicos (espacio), recursos o nutrientes (macro, microelementos) que limitan la colonización por parte del patógeno-plaga de la planta huésped.
- Antibiosis, producción de metabolitos secundarios (MS) fúngicos que impiden el crecimiento y desarrollo del patógeno-plaga, posiblemente causando la muerte. *Trichoderma* spp. son productores excepcionales de MS (>120 tipos); muchos permean la membrana celular y funcionan sinérgicamente con las enzimas para mejorar los efectos de control.
- Producción y liberación de compuestos orgánicos volátiles (VOC) para detener a los atacantes, pero también atraer antagonistas beneficiosos para ayudar en el control de los agentes dañinos.

Estos procesos de control biológico directo pueden funcionar individualmente o en combinación para generar efectos inhibidores aditivos o sinérgicos para contrastar patógenos-plagas para la protección de cultivos.

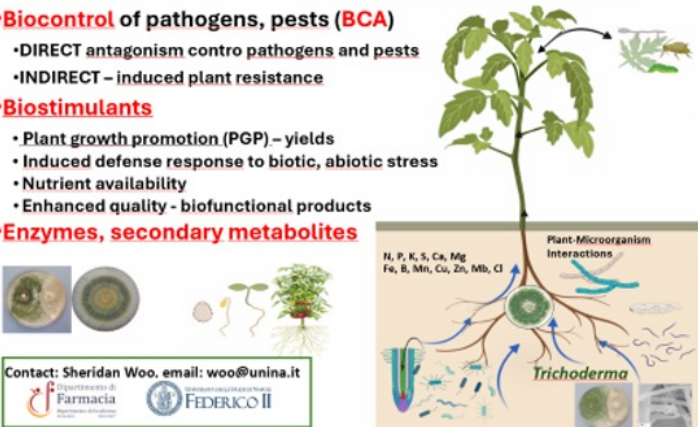
Aunque no se mencionan en las afirmaciones de productos autorizados, muchos *Trichoderma* también son reconocidos por sus efectos de control biológico indirecto, mediante los cuales una comunicación molecular cruzada en las interacciones planta-microbio puede activar respuestas inmunes/defensivas de la planta a factores bióticos y abióticos, lo que resulta en una resistencia efectiva al estrés. La inducción de "preparación" por *Trichoderma*, resulta en una activación más rápida y eficiente de las respuestas de defensa locales y sistémicas de la planta

luego del reconocimiento de una amenaza encontrada previamente (señales moleculares; efectores) que activa rápidamente una cascada de eventos para estimular la resistencia al estrés. Se trata de una cadena compleja de mecanismos de señalización, transcripción, fisiológicos, metabólicos y genéticos que involucra procesos antioxidantes, metabolitos secundarios antimicrobianos, proteínas relacionadas con la patogénesis y fitohormonas (ácido salicílico, ácido jasmónico y etileno).

Palabras clave: Control biológico, antagonismo, parasitismo, fitopatógeno.

Selected *Trichoderma* Isolates


- **Biocontrol of pathogens, pests (BCA)**
 - DIRECT antagonism contro pathogens and pests
 - INDIRECT – induced plant resistance
- **Biostimulants**
 - Plant growth promotion (PGP) – yields
 - Induced defense response to biotic, abiotic stress
 - Nutrient availability
 - Enhanced quality - biofunctional products
- **Enzymes, secondary metabolites**



Contact: Sheridan Woo. email: woo@unina.it

Bioformulations and Biotechnology

- Consortia: beneficial microorganisms
- Bioactive compounds
- Biopolymers, amendments, encapsulation, nanoparticles
- Fermentation – co-cultures
- Integrated with low dose chemicals
- Innovative applications



Green Agricultural Products

Biopesticides (PPP)

Biostimulants

Topic: Beneficial microorganisms Email: woo@unina.it

TRICHODERMA, A PLANT BENEFICIAL MICROORGANISM WITH MULTIPLE USES FOR AGRICULTURE

Prof. Sheridan L. Woo

Department of Pharmacy, University of Naples Federico II, Naples Italy,

Trichoderma (teleomorph *Hypocrea*) are filamentous fungi belonging to the division Ascomycota, Order Hypocreales and Family Hypocreaceae. They are opportunistic secondary colonizers, saprophytes, mycoparasites or cosmopolitan microorganisms of diverse environmental matrices: soil, water, dead materials; distributed globally in all continents and

geographic zones, from tropical rainforests, dry-hot deserts or frozen tundra/arctic. The fungus became of interest to agriculture after the observations and descriptions by Weindling in the 1930's who noted *Trichoderma* as a parasite of *Rhizoctonia solani* and other fungi. This and subsequent observations by others, attested to *Trichoderma*'s biological ability to antagonize various economically important plant fungal pathogens such as *Armillaria mellea*, *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* spp., *Botrytis cinerea*, *Pythium*, *Phytophthora*, and *Rhizopus* spp. The capacity of numerous *Trichoderma* species to inhibit plant disease agents soon characterized this fungus as a biological control agent (BCA), providing the first good opportunities for its applications in agriculture as a biopesticide.

However, not all *Trichoderma* species are potential biological control agents. Recently, the diversity of the fungal genus was analyzed and indicated that the taxonomic classification is extensive, represented by more than 460 species of which 375 species (>80%) have been validated by molecular barcoding, morphological and physiological characterization. Among the species, only approximately 30 are technically of agricultural interest, associated with plants, found in the soil root zone (rhizosphere) or internally as endophytes etc., recognized as mycoparasites and plant growth promoters (PGP).

In the agroecosystem, *Trichoderma* establishes relationships with microorganisms in the soil community, found associated to the plant in the root zone (rhizosphere), internally as endophytes, and they interface with other plant microbiota in positive and negative relationships. Importantly, these fungi are avirulent to the plant host, and not usually disease agents, although some species are documented as pathogens to edible mushrooms and immune-compromised patients since they are opportunistic secondary invaders. As a component of the plant-soil microbiota, *Trichoderma* can have a valuable impact on crop protection and crop production, since they participate in useful biological, chemical and ecological natural cycles.

Numerous *Trichoderma* are registered Plant Protection Products (PPP), recognized as microbial BCAs, mostly supporting the claims as biopesticides/biofungicides. The biocontrol abilities of *Trichoderma* are not exclusively limited to the prevention of phytopathologies but may also include the management of other crop injurious agents including insects and nematodes. The "traditional" mechanisms of direct biocontrol of pathogens and pests include the following processes:

- Antagonism, involving parasitism, whereby *Trichoderma* (parasite) feeds directly on a targeted host (pathogen-pest; prey), inhibiting the agent and limiting plant injury.

- Production of enzymes which degrade fungal or insect cell wall constituents (proteases, chitinases and glucanases), and other bioactive molecular compounds that inhibit infection and infestation.
- Competition for ecological niches (space), resources or nutrients (macro-, micro-elements) that limit colonization by the pathogen-pest of the plant host.
- Antibiosis, production of fungal secondary metabolites (SMs) that impede pathogen-pest growth and development, possibly causing death. *Trichoderma* spp. are exceptional producers of SMs (>120 types); many permeate the cell membrane and function synergistically with enzymes to enhance control effects.
- Production and release of volatile organic compounds (VOCs) to impede attackers but also attract beneficial antagonists to aid in control of the damaging agents.

These direct biological control processes may function singularly or in combination to generate additive or synergistic inhibitory effects to contrast pathogens-pests for crop protection.

Although not noted in authorized product claims, many *Trichoderma* are also recognized for their indirect biological control effects, whereby a molecular cross-talk in plant-microbe interactions can activate plant immune/defense responses to biotic and abiotic factors, resulting in effective resistance to the stress. The induction of “priming” by *Trichoderma*, results in a faster, efficient activation of local and systemic plant defense responses following recognition of a previously encountered threat (molecular signals; effectors) that quickly activates a cascade of events to stimulate stress resistance. This a complex chain of signaling, transcriptional, physiological, metabolic and genetic mechanisms involves antioxidant processes, antimicrobial secondary metabolites, pathogenesis-related proteins and phytohormones (salicylic acid, jasmonic acid and ethylene) that allow the plant host to protect itself from the damaging factor/s. Furthermore, the triggered production of botanical VOCs and other bioactive compounds may function as attractants for predatory, parasitoid or other beneficial organisms to the stressed plant to aid in defending from attack.

Interestingly, when there is not the need to activate the plant defense-immunity response, the beneficial interaction with some *Trichoderma* may convert to an enhancement of plant growth. Phytohormones will also induce the development of lateral roots and overall plant biomass, flowering and fruit formation, enhance compounds from physiological-metabolic processes (photosynthesis, amino acids) that modulate nutritional content of the produce. Furthermore, in the soil-plant community *Trichoderma* may play a role in improving mineral availability, aiding nutrient uptake and assimilation by the plant, acting as a biofertilizer or soil amendment. Therefore, due to these properties, *Trichoderma* can also be considered as a biostimulant for

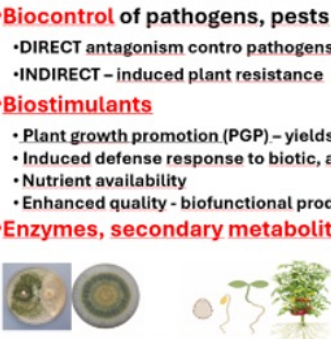
plant growth promotion (PGP) or an agriculture probiotic to improve crop productivity, yield and produce quality.

Importantly, in the development of *Trichoderma*-based products, good scientific evidence should support the choice of the isolates to be used in the formulations as biological control agents or biostimulants; through investigations initiating in the laboratory, progressing to greenhouse, then advancing to the field to verify the results. For registration, this requires accurate identification (molecular), characterization and compatibility tests with other components, trials with diverse crops (cultivars), in diverse geographic, field and conservation conditions, determination of environmental impacts; all necessary to guarantee product standardization, efficacy and agroecosystem security. Subsequently, commercial formulations with single or combined *Trichoderma* can be defined, and/or biotechnologies developed for applications in all phases of crop production: pre-planting, seeding or transplant, during plant growth and development, post-harvest and conservation; various applications as a seeding coating, root dip or soil incorporation, root drench, foliar spray, watering or irrigation. Just as the green colour of the spores that it prolifically produces, the multipurpose fungus *Trichoderma* provides a good base for the development of biological products for an “green” future of eco-sustainable agriculture.

Keywords: Biological control, antagonism, parasitism, plant pathogen

Selected *Trichoderma* Isolates

- **Biocontrol of pathogens, pests (BCA)**
 - DIRECT antagonism contro pathogens and pests
 - INDIRECT – induced plant resistance
- **Biostimulants**
 - Plant growth promotion (PGP) – yields
 - Induced defense response to biotic, abiotic stress
 - Nutrient availability
 - Enhanced quality - biofunctional products
- **Enzymes, secondary metabolites**




Plant-Microorganism Interactions

H, P, K, S, Ca, Mg
Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo, Cl



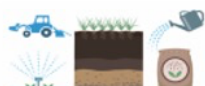
Trichoderma

Contact: Sheridan Woo. email: woo@unina.it



Bioformulations and Biotechnology

- Consortia: beneficial microorganisms
- Bioactive compounds
- Biopolymers, amendments, encapsulation, nanoparticles
- Fermentation – co-cultures
- Integrated with low dose chemicals
- Innovative applications

Green Agricultural Products

Biopesticides (PPP)

Biostimulants

Tema: Microorganismos benéficos Email: gmg.zavalanavarro@ugto.mx

EFECTO DEL ACTINOMICETO *Mycobacterium sherrisii* SOBRE LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS DE AGAVE (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick) Y MAÍZ (*Zea mays* L.)

¹Quiahuitl María Guadalupe Zavala-Navarro, ¹Rafael Guzmán-Mendoza, ²Eugenio Martín Pérez-Molphe Balch, ¹Héctor Gordon Núñez-Paleniús, ¹Gabriela Ana Zanon, ¹Rogelio Costilla-Salazar, ³Lisset Herrera-Isidron

[1] Universidad de Guanajuato, División Ciencias de la Vida, Irapuato, Guanajuato; [2] Universidad Autónoma de Aguascalientes, Unidad de Biotecnología Vegetal, Aguascalientes, Aguascalientes; [3] Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, Silao de la Victoria, Guanajuato.

En México, los cultivos de agave y maíz criollo son muy importantes tanto cultural como económicamente, con más de 200 especies de Agaves la mayoría de éstas endémicas y 64 razas de maíz, de las cuales 59 son nativas, que forman parte del sustento de numerosas familias rurales y son utilizados en la producción de alimentos, fibras, forrajes y biocombustibles. México es el segundo productor mundial de Agave, y por otro lado más del 60% del maíz producido a nivel nacional proviene de variedades nativas, destacando su importancia agroecológica. No obstante, las semillas de ciertas especies de Agave tienen baja viabilidad y tasa de germinación, una fase crítica y vulnerable del ciclo de vida vegetal. El monocultivo puede alterar la diversidad microbiana del suelo, afectando el reciclaje de nutrientes y el desarrollo vegetal en etapas tempranas. Se ha reportado a la rizosfera como un reservorio de bacterias potencialmente patógenas para los humanos; algunas otras pueden promover el crecimiento vegetal mediante la producción de fitorreguladores y mejorando la absorción de nutrientes. Se han reportado especies de *Mycobacterium* capaces de promover la germinación y el crecimiento en cultivos, lo que podría ayudar a la sostenibilidad de la producción del agave y el maíz. Este estudio evaluó el efecto del actinomiceto *Mycobacterium sherrisii* en la germinación de *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick y *Zea mays* L. Se analizó el crecimiento de *Mycobacterium* en medios nutritivos Luria Bertani (LB) y peptona de carne, y se caracterizó e identificó la cepa del actinomiceto, el cual fue aislado de plantas de *Agave convallis* T. provenientes de Aguascalientes, mediante tinción de Ziehl-Neelsen y análisis molecular por PCR del gen 16S rRNA, seguido de secuenciación Sanger. La germinación in

in vitro se evaluó inoculando semillas de *A. salmiana* y *Z. mays* con suspensiones de *M. sherresii* a dos concentraciones (1×10^6 y 1×10^7 UFC·mL⁻¹) y cinco tiempos de inmersión (1, 5, 15, 30 y 60 minutos), incubadas en cajas Petri. Las semillas inoculadas con *Mycobacterium* mostraron un aumento significativo en la germinación en comparación al control, con incrementos de hasta el 29% en *A. salmiana* y 12% en *Z. mays*. Estos resultados sugieren que *M. sherresii* podría producir fitorreguladores de crecimiento benéficos para plantas con bajos porcentajes de germinación, como el agave.