

**Director**

**SAÚL FRAIRE VELÁZQUEZ**

**Editor responsable**

**ALEJANDRO ALVARADO GUTIÉRREZ**

**CONSEJO EDITORIAL**

**JULIO VEGA ARREGUÍN**

**(ENES-UNAM Campus León, Guanajuato)**

**BLONDY BEATRIZ CANTO CANCHÉ**

**(Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.)**

**SALVADOR GUZMÁN GONZÁLEZ**

**(Universidad de Colima)**

**MIGUEL ALVARADO RODRÍGUEZ**

**(Universidad Autónoma de Zacatecas)**

**VÍCTOR EMMANUEL BALDERAS HERNÁNDEZ**

**(Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT))**

**GUSTAVO JAVIER ACEVEDO HERNÁNDEZ**

**(Universidad de Guadalajara)**

**GABRIEL RINCÓN ENRÍQUEZ**

**(Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.)**

**PORFIRIO GUTIÉRREZ MARTÍNEZ**

**(Instituto Tecnológico de Tepic)**

**Biotechnología y Sustentabilidad, año 6, número 1, Suplemento 2021, es una publicación anual editada por la Universidad Autónoma de Zacatecas «Francisco García Salinas», a través del Cuerpo Académico «Biotechnología de Plantas UAZ-CA138», Jardín Juárez 147, Zona Centro, Zacatecas, Zacatecas, 98000, Teléfono (01 492) 922 20 01, <http://revistas.uaz.edu.mx/index.php/biotechnologiaysust/issue/view/23>. Editor responsable Saúl Fraire Velázquez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo número 04- 2018-011611462700-102, ISSN 2448-7562, otorgados ambos por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número Alejandro Alvarado Gutiérrez. Fecha de última modificación 14 de diciembre de 2021. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Zacatecas «Francisco García Salinas».**

# Índice

- Respuesta de la infección viral por Pepper golden mosaic virus (PepGMV) en accesiones de chile silvestre *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*.  
\_\_\_\_\_ página 5 \_\_\_\_\_
- Efecto de hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento de variedades de café susceptibles y resistentes a roya (*Hemileia vastatrix*) en invernadero  
\_\_\_\_\_ página 6 \_\_\_\_\_
- Efecto de diferentes factores involucrados en la inducción de la embriogénesis somática de *Agave cupreata*  
\_\_\_\_\_ página 7 \_\_\_\_\_
- Efecto del genotipo y la edad en el establecimiento de líneas clonales de *Agave cupreata*  
\_\_\_\_\_ página 8 \_\_\_\_\_
- Método para purificar bacteriófagos con nanopartículas magnéticas en condiciones *in vitro*  
\_\_\_\_\_ página 9 \_\_\_\_\_
- Herramientas biotecnológicas para el biocontrol de fitopatógenos: El caso de *Metarhizium carneum* y *Lecanicillium attenuatum*  
\_\_\_\_\_ página 10 \_\_\_\_\_
- Uso de brasinoesteroides en la propagación por esquejes de arándano (*Vaccinium corymbosum*) cv. *Biloxi*  
\_\_\_\_\_ página 11 \_\_\_\_\_
- Aplicación foliar de brasinoesteroides en plantas de arándano (*Vaccinium corymbosum*) cv. *Biloxi* cultivadas en hidropónia bajo deficiencia de nitrógeno.  
\_\_\_\_\_ página 12 \_\_\_\_\_
- Bioprospección y caracterización de bacterias endófitas de *Solanum hindsianum* como promotoras de crecimiento vegetal en solanáceas de interés agrícola en Baja California  
\_\_\_\_\_ página 13 \_\_\_\_\_
- Aplicación poscosecha de fructanos de agave de alto grado de polimerización en aguacate para preservar la calidad e inducir la defensa del fruto  
\_\_\_\_\_ página 14 \_\_\_\_\_
- Consorcios bacterianos de suelo y rizósfera para el biocontrol de fitopatógenos de la raíz en *Capsicum annuum* L.  
\_\_\_\_\_ página 15 \_\_\_\_\_
- El Micobioma de la Vid: Una Muestra de Arte y Ciencia  
\_\_\_\_\_ página 16 \_\_\_\_\_
- Identificación de bacterias endófitas con actividad de biocontrol sobre hongos de la madera de vid.  
\_\_\_\_\_ página 17 \_\_\_\_\_
- Componentes estructurales de los Centros Organizadores de Microtúbulos (MTOCs) del hongo filamentososo *Neurospora crassa*.  
\_\_\_\_\_ página 18 \_\_\_\_\_
- Efectos causados por *Fusarium graminearum* en plántulas de trigo (*Triticum aestivum*) en cultivo *in vitro*.  
\_\_\_\_\_ página 19 \_\_\_\_\_
- Estrategias de diagnóstico de la enfermedad del enrollamiento de la hoja de la vid.  
\_\_\_\_\_ página 20 \_\_\_\_\_
- Identificación de ciclolipopéptidos en fracciones antifúngicas de *Bacillus* sp. (INECOL-4742) activas contra *Fusarium solani* y *F. kuroshium*  
\_\_\_\_\_ página 21 \_\_\_\_\_
- Evaluación de dos reguladores de crecimiento en etapa de enraizamiento *in vitro* de Zarzamora (*Rubus idaeus* L.).  
\_\_\_\_\_ página 22 \_\_\_\_\_
- Biocontrol de enfermedades foliares en plantas medicinales utilizando hongos micorrízicos arbusculares.  
\_\_\_\_\_ página 23 \_\_\_\_\_
- Efecto de la inoculación de *Rhizophagus intraradices* en la pudrición radical en plantas de orégano.  
\_\_\_\_\_ página 24 \_\_\_\_\_
- Efecto de la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo de plántulas micropropagadas de cocotero.  
\_\_\_\_\_ página 25 \_\_\_\_\_
- Regulación de genes relacionados con el metabolismo de carbohidratos en *Nicotiana attenuata* en respuesta a *Manduca sexta* y micorrizas mediada por citoquininas.  
\_\_\_\_\_ página 26 \_\_\_\_\_
- Micropropagación *in vitro* de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw) a partir de tallos seleccionados de siembras comerciales en Limoncito - Santa Elena. Ecuador.  
\_\_\_\_\_ página 27 \_\_\_\_\_

Inhibición *in vitro* e *in vivo* de *Colletotrichum gloeosporioides* Pa14 con levaduras silvestres: caracterización de los mecanismos de acción de la cepa Lpa14.  
\_\_\_\_\_ página 28 \_\_\_\_\_

Alternativas al uso de fertilizantes: Bacterias multitarea aisladas de bosques de encino.  
\_\_\_\_\_ página 29 \_\_\_\_\_

Obtención de plantas mutantes de *Lippia graveolens* mediante mutagénesis inducida por etilmetanosulfonato (EMS).  
\_\_\_\_\_ página 30 \_\_\_\_\_

Caracterización de levaduras presentes en la elaboración de raicilla artesanal en el estado de Jalisco.  
\_\_\_\_\_ página 31 \_\_\_\_\_

Actividad antioxidante y protectora del daño oxidativo al DNA de un extracto caracterizado de *Tithonia diversifolia*  
\_\_\_\_\_ página 32 \_\_\_\_\_

Análisis de la expresión de genes relacionados con el reconocimiento y formación de biopelículas de *Azospirillum brasilense* en plantas de trigo (*Triticum aestivum*).  
\_\_\_\_\_ página 33 \_\_\_\_\_

Efectividad de aplicación precosecha del producto bioformulado de *Meyerozyma guilliermondii* LMA-Cp01 en el control de antracnosis en mango (*Mangifera indica* L.)  
\_\_\_\_\_ página 34 \_\_\_\_\_

Islas génicas en genomas de rizobacterias con función contrastante en inhibición de fitopatógenos y en interacción en raíz de chile.  
\_\_\_\_\_ página 35 \_\_\_\_\_

Efecto de las citocininas en la micropropagación del *Agave cupreata*.  
\_\_\_\_\_ página 36 \_\_\_\_\_

Hongos endófitos para contrarrestar la marchitez de plantas de plátano.  
\_\_\_\_\_ página 37 \_\_\_\_\_

Evaluación de la actividad antagonica de actinomicetos aislados de suelos cafetaleros contra hongos fitopatógenos.  
\_\_\_\_\_ página 38 \_\_\_\_\_

Caracterización del microbioma cultivable del néctar floral del aguacate *Persea americana* y su actividad antagonica.  
\_\_\_\_\_ página 39 \_\_\_\_\_

Caracterización morfológica y fisiológica durante la pre y aclimatización de plantas germinadas *in vitro* de *Agave cupreata*.  
\_\_\_\_\_ página 40 \_\_\_\_\_

Efecto de hongos micorrizicos arbusculares en el crecimiento vegetal de agave pulquero (*Agave salmiana*) bajo condiciones de invernadero.  
\_\_\_\_\_ página 41 \_\_\_\_\_

Estudio del efecto de rizobacterias nativas sobre el desarrollo y metabolismo secundario de *Lippia graveolens*.  
\_\_\_\_\_ página 42 \_\_\_\_\_

Uso de thidiazuron (TDZ) para la micropropagación de *Phalaenopsis* spp.  
\_\_\_\_\_ página 43 \_\_\_\_\_

Evaluación de la aplicación de un extracto de alga marina (*Padina gymnospora*) para generar tolerancia en jitomate (*Solanum lycopersicum*) sometido a estrés salino.  
\_\_\_\_\_ página 44 \_\_\_\_\_

Identificación de bacterias antagonistas a *Hemileia vastatrix*, causante de la roya del café.  
\_\_\_\_\_ página 45 \_\_\_\_\_

Efecto de los extractos de algas marinas (*Padina arborescens* y *Sargassum liebmannii*) sobre el crecimiento de plantulas de frijol mungo (*Vigna radiata*).  
\_\_\_\_\_ página 46 \_\_\_\_\_

Efecto de diferentes reguladores de crecimiento en la producción de callo de orégano mexicano (*Lippia graveolens*).  
\_\_\_\_\_ página 47 \_\_\_\_\_

Diversidad bacteriana de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivadas en sistemas de producción convencional y orgánico.  
\_\_\_\_\_ página 48 \_\_\_\_\_

Potencial de rizobacterias de aguacate como biofungicidas y biofertilizantes.  
\_\_\_\_\_ página 49 \_\_\_\_\_

*Phytophthora* sp. asociada a toronja (*Toronja paradisi*) en Michoacán, México  
\_\_\_\_\_ página 50 \_\_\_\_\_

Identification and characterization of biocontrol agents against the phytopathogenic fungus *Botrytis cinerea*  
\_\_\_\_\_ página 51 \_\_\_\_\_

Actividad antifúngica de extractos vegetales sobre el crecimiento de *Colletotrichum truncatum* aislado de frutos de papaya (*Carica papaya L.*)  
\_\_\_\_\_página 52\_\_\_\_\_

La reducción en la disponibilidad de fósforo en plantas de tomate colonizadas por *Rizophagus irregularis* promueve el crecimiento vegetativo y reduce la concentración de azúcares solubles en raíces.  
\_\_\_\_\_página 53\_\_\_\_\_

Crecimiento vegetal de frijol por efecto de la estimulación de hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias en invernadero.  
\_\_\_\_\_página 54\_\_\_\_\_

Análisis de microRNAs en el oomiceto patógeno *Phytophthora capsici*.  
\_\_\_\_\_página 55\_\_\_\_\_

Cambios funcionales en el microbioma de la rizósfera del aguacate ocasionados por la marchitez por *Fusarium*.  
\_\_\_\_\_página 56\_\_\_\_\_

Potencial antifúngico de los compuestos proteicos producidos por cepas de *Trichoderma sp.* aisladas de Los Azufres, Michoacán; sobre cepas de *Fusarium oxysporum* resistentes a fungicidas químicos.  
\_\_\_\_\_página 57\_\_\_\_\_

Actinobacterias aisladas de la rizosfera del aguacate con actividad antibacteriana contra *Xanthomonas sp.*  
\_\_\_\_\_página 58\_\_\_\_\_

Inductores de resistencia fisiológica de tipo proteicos y químicos afectan diferencialmente la respuesta de defensa de chile contra la mancha bacteriana en invernadero.  
\_\_\_\_\_página 59\_\_\_\_\_

Extractos de *Verbesina sphaerocephala* promueven el desarrollo de *Cucumis sativus* y reducen el daño causado por *Meloidogyne incognita*.  
\_\_\_\_\_página 60\_\_\_\_\_

*Talaromyces* como agente microbiano contra *Fusarium oxysporum f.sp. cubense*.  
\_\_\_\_\_página 61\_\_\_\_\_

Caracterización del metabolismo de especies terrestres y marinas de México .  
\_\_\_\_\_página 62\_\_\_\_\_

**Respuesta de la infección viral por Pepper golden mosaic virus (PepGMV) en accesiones de chile silvestre *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*.****Response of viral infection by Pepper golden mosaic virus (PepGMV) in accessions of wild pepper *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*.**

Arroyo-Alvarez E<sup>1</sup>.; Bello-Bedoy R<sup>2</sup>.; Cabello-Pasini A<sup>2</sup>.; Moreno-Valenzuela O<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Investigación Científica de Yucatán, CICY; <sup>2</sup> Universidad Autónoma de Baja California, UABC.

E. mail: [erick.arroyo4.0@gmail.com](mailto:erick.arroyo4.0@gmail.com)

El *Pepper golden mosaic virus* (PepGMV) es un begomovirus transmitido por mosquitos que causa pérdidas significativas en el rendimiento y la calidad de los chiles cultivados (*Capsicum annuum* var. *annuum*). Para contrarrestar el efecto del virus, actualmente se utilizan productos químicos para disminuir las poblaciones del vector, una medida poco sustentable, atenta contra la fauna natural de los ecosistemas debido al efecto biocida, puede llegar a reducir las poblaciones de insectos benéficos como las abejas importantes en la polinización de un gran número de especies vegetales. Una alternativa efectiva que no representa riesgos biológicos es el uso de genotipos resistentes o tolerantes a este patógeno. En este trabajo de investigación se analizó el efecto de la infección por biobalística del PepGMV en 14 accesiones silvestres de chile *Capsicum annuum* var. *glabriusculum* recolectadas en diferentes estados de México. Se encontraron dos accesiones potencialmente resistentes o tolerantes al virus, que pueden ser fuentes de material biológico para ser utilizadas en programas de mejoramiento genético. Las accesiones infectadas con el virus presentaron variación en la sintomatología, que difieren en la severidad de acuerdo a lo reportado en otros trabajos de investigación, además se observaron individuos con diferente grado de recuperación, que varió entre las accesiones. Nuestros resultados sugieren que la variabilidad genética que presenta esta especie le ha permitido coevolucionar y persistir en el medio, siendo una alternativa para el desarrollo de cultivares resistentes o tolerantes al PepGMV.

**Palabras clave:** Tolerancia, Chiles silvestres, PepGMV, variabilidad genética.

The *Pepper golden mosaic virus* (PepGMV) is a whitefly-transmitted begomovirus that causes significant losses in the yield and quality of cultivated peppers (*Capsicum annuum* var. *annuum*). To counteract the effect of the virus, chemical products are currently used to reduce the populations of the vector, an unsustainable measure that threatens the natural fauna of the ecosystems due to the biocidal effect, it can reduce the populations of beneficial insects such as important bees. In the pollination of a large number of plant species. An effective alternative that does not represent biological risks is the use of resistant or tolerant genotypes to this pathogen. In this research work, the effect of the biobalistics infection of PepGMV was analyzed in 14 wild accessions of *Capsicum annuum* var. *glabriusculum* collected in different states of Mexico. Two potentially resistant or tolerant accessions to the virus were found, which can be sources of biological material to be used in genetic improvement programs. The accessions infected with the virus presented variation in symptoms, which differ in severity according to what was reported in other research works, in addition, individuals with different degrees of recovery were observed, which varied among the accessions. Our results suggest that the genetic variability that this species presents has allowed it to co-evolve and persist in the environment, being an alternative for the development of cultivars resistant or tolerant to PepGMV.

**Keywords:** Tolerance, Wild peppers, PepGMV, genetic variability.

**Efecto de hongos micorrizicos arbusculares en el crecimiento de variedades de café susceptibles y resistentes a roya (*Hemileia vastatrix*) en invernadero****Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of coffee varieties susceptible and resistant to rust (*Hemileia vastatrix*) in the greenhouse**

Arroyo-González Karina Lizeth<sup>1</sup>, Quiñones-Aguilar Evangelina Esmeralda<sup>1</sup>, García-Roa Nancy<sup>1</sup>, López-Pérez Luis<sup>2</sup>, Rincón-Enríquez Gabriel<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Fitopatología, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. C.P. 45019, Zapopan, Jalisco. <sup>2</sup>IIAF, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, C.P. 58880, Tarímbaro, Michoacán.

E. mail: [grincon@ciatej.mx](mailto:grincon@ciatej.mx)

Los hongos micorrizicos arbusculares (HMA) son uno de los grupos microbianos más importantes del suelo y establecen relaciones bióticas determinantes para el equilibrio de los ecosistemas. La planta aporta compuestos carbonados para la nutrición del hongo y éste a su vez, contribuye aumentando la absorción de agua y nutrientes del suelo. El objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de los HMA en el crecimiento vegetal de una variedad de café susceptible y una resistente a roya, bajo condiciones de invernadero. Para ello, se realizó un diseño completamente al azar con dos factores: variedad de café (Oro Azteca y Caturra) y HMA (*F. mosseae*, consorcio CM, consorcio CAM, *R. intraradices*, sin HMA) cuya combinación formó 10 tratamientos que fueron repetidos 10 veces. La variable de respuesta determinada fue la altura de planta; se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Para altura de planta, *R. intraradices*, los consorcios CM y CAM en combinación con la variedad susceptible a la roya del café mostraron las mayores altura de planta ( $> 65$  cm; Tukey  $P \leq 0.05$ ), por otra parte, los tratamientos con la variedad resistente no mostraron diferencias significativas con los tratamientos sin micorriza. Estos resultados sugieren que plantas susceptibles a la roya del café muestran un efecto por los HMA y pudieran emplearse con este fin a nivel de invernadero o vivero para posteriormente establecerse en campo. Esta biotecnología puede contribuir al desarrollo de la cafecultora en la regiones productoras de México.

**Palabras clave:** micorrizas, biótrosfos, altura de planta.

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are one of the most important microbial groups in the soil and establish determining biotic relationships for the balance of ecosystems. The plant provides carbon compounds for the nutrition of the fungus and this, in turn, contributes by increasing the absorption of water and nutrients from the soil. The objective of this study was to determine the effectiveness of AMF in the plant growth of a susceptible coffee variety and a resistant one to rust, under greenhouse conditions. For this, a completely randomized design was carried out with two factors: coffee variety (Oro Azteca and Caturra) and AMF (*F. mosseae*, CM consortium, CAM consortium, *R. intraradices*, without AMF) whose combination formed 10 treatments that were repeated 10 times. The response variable determined was the height of the plant; an analysis of variance and Tukey's test ( $P \leq 0.05$ ) were performed. For plant height, *R. intraradices*, the CM and CAM consortia in combination with the variety susceptible to coffee rust showed the highest plant height ( $> 65$  cm; Tukey  $P \leq 0.05$ ), on the other hand, the treatments with the resistant variety did not show significant differences with the treatments without mycorrhiza. These results suggest that plants susceptible to coffee rust show an effect by AMF and could be used for this purpose at the greenhouse or nursery level to later establish themselves in the field. This biotechnology can contribute to the development of the coffee grower in the producing regions of Mexico.

**Key words:** mycorrhizae, biotrophs, plant height.

## Efecto de diferentes factores involucrados en la inducción de la embriogénesis somática de *Agave cupreata*

### Effect of different factors involved in the induction of somatic embryogenesis of *Agave cupreata*

Bedolla Arroyo Yohanna Kristal<sup>1</sup>, Monja Mio Kelly Maribel<sup>1</sup>, Rescalvo Morales Antonio<sup>1</sup>, Sánchez Teyer Felipe<sup>1</sup>

Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Biotecnología (UBT), C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México.

E. mail: Kellymabel@hotmail.com

*Agave cupreata* es una especie de agave endémica del estado de Guerrero y Michoacán, utilizada para la producción de mezcal. Se reproduce únicamente de manera sexual y su sobreexplotación está ocasionando la disminución de sus poblaciones. La micropropagación *in vitro* se convierte en una alternativa para la obtención de miles de plantas. La embriogénesis somática es un método de micropropagación, que permite la producción de embriones somáticos capaces de generar una plántula completa, a partir de células somáticas. Varios factores se encuentran involucrados en la inducción de este proceso como tipo de explante, tipo y concentración del regulador de crecimiento, genotipo e incluso las mismas condiciones del cultivo *in vitro*. El presente estudio tuvo como objetivo, estudiar el efecto de diferentes factores involucrados en la inducción embriogénica empleando como explantes hojas y tallos de plántulas obtenidas por germinación *in vitro* de semillas. Se evaluó el medio de cultivo Murashige y Skoog (1962) con sus sales completas y a mitad de fuerza iónica. Se evaluó 3 auxinas: Dicamba, Picloram y 2,4-D bajo 3 concentraciones diferentes, solas o en combinación con BA. Después de 60 días cultivados en oscuridad se observó que hubo una mayor formación de estructuras proembriogénicas en los dos tipos de explantes cuando se utilizó la concentración de 13.56  $\mu\text{M}$  Dicamba y 12.42  $\mu\text{M}$  Picloram. Los resultados sugieren que la embriogénesis somática de *A. cupreata* puede realizarse por vía directa e indirecta y que el tipo de y la concentración de la auxina son un factor determinante para la inducción.

**Palabras clave:** inducción embriogénica, auxinas

*Agave cupreata* is a species of agave endemic to Guerrero and Michoacán, used to produce mezcal. However, it reproduces only sexually, and its overexploitation is causing the decline of its populations. Therefore, *in vitro* micropropagation becomes an effective alternative for obtaining thousands of plants. Somatic embryogenesis is a method of micropropagation, which allows the production of somatic embryos capable of generating plants from somatic cells. Several factors are involved in the induction of this process, such as type of explant, type and concentration of the growth regulator, genotype, and even the same conditions of *in vitro* culture. The present study aimed to study the effect of different factors involved in embryogenic induction using as explants leaves and stems of seedlings obtained by *in vitro* germination of seeds. The explants were cultured on a complete- or half-strength MS medium (Murashige and Skoog, 1962). In addition, three auxins were considered: Dicamba, Picloram, and 2,4-D under three different concentrations, alone or in combination with 6-benzylaminopurine (BA). After 60 days of culture in the dark, the two types of explants developed pro-embryogenic structures when cultured with Dicamba 13.56  $\mu\text{M}$  and Picloram 12.42  $\mu\text{M}$ . Thus, the results presented here indicate that somatic embryogenesis of *A. cupreata* can originate directly and indirectly and that the type and concentration of auxin are determining factors for induction.

**Keywords:** *Agave cupreata*, embryogenic induction, auxins.

## **Efecto del genotipo y la edad en el establecimiento de líneas clonales de *Agave cupreata***

### **Effect of genotype and age in the establishment of clonal lines of *Agave cupreata***

Benítez Zárate Jaqueline<sup>1</sup>, Monja Mio Kelly Maribel<sup>1</sup>, Rescalvo Morales Antonio<sup>1</sup>, Sánchez Teyer Felipe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Biotecnología (UBT), C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México.

E. mail: kellymabel@hotmail.com

*Agave cupreata* es una planta endémica del estado de Guerrero y Michoacán, utilizada como materia prima para la producción de mezcal. La sobreexplotación y cosecha de individuos en etapa de reproducción, ha provocado la disminución de sus poblaciones silvestres. La micropropagación a través de diferentes técnicas, es una alternativa biotecnológica para la obtención de material vegetal sin afectar sus poblaciones naturales. Sin embargo, uno de los factores que influyen en los procesos de la micropropagación es el genotipo. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del genotipo – edad en la capacidad organogénica durante el establecimiento de líneas clonales de *A. cupreata*. Se utilizaron plantas juveniles con edades aproximadas de 6, 12, 18 y 24 meses. Se realizó una caracterización morfológica de todas las plantas, y se evaluaron parámetros como: la altura, número de hojas, largo y ancho de las hojas y diámetro del cogollo. Se tomó como explante tejido meristemático del cogollo y se cultivó en medio MSB (sales del medio Murashige y Skoog, 1962 con nitrógeno reducido) durante 12 semanas. Los brotes obtenidos fueron multiplicados hasta el tercer subcultivo durante 3 meses y se establecieron las clonas. Se realizó un análisis por genotipo para cada edad estudiada, y se observó que los genotipos con mayor número de brotes fueron aquellos con la edad de 12 meses. Sin embargo, aún en la edad con mayor respuesta, existen genotipos que presentan baja o nula respuesta a la inducción organogénica. Estos resultados sugieren que, existe una gran influencia de la relación genotipo – edad en el establecimiento de las líneas clonales de *A. cupreata*.

**Palabras clave:** *Agave cupreata*, organogénesis, genotipo.

*Agave cupreata* is an endemic plant of Guerrero and Michoacán in Southwestern México, used as a raw material for mezcal production. Overexploitation and harvesting of individuals during their reproductive stage have caused the decline of their wild populations. Micropropagation is a biotechnological alternative for obtaining plant material without affecting their natural populations through its different techniques. However, one of the factors that influence the different processes of micropropagation is the genotype. The present study aimed to evaluate the effect of genotype - age on organogenic capacity during establishing clonal lines of *A. cupreata*. This work used juvenile plants of approximately 6, 12, 18, and 24 months of age as a source of explants. First, morphological characterization of the parent material was performed, taking into account: plant height, number of leaves, length and width of the leaves, and diameter of the stem. Then, meristematic tissue of the stem was taken and cultured in the MSB culture medium (salts of the Murashige and Skoog medium, 1962 with reduced nitrogen) for 12 weeks. Finally, each clonal line was obtained by multiplying the shoots obtained from each mother plant. The results showed that the genotypes with the highest number of shoots correspond to 12-month-old individuals. However, some genotypes do not respond to organogenic induction even in the age with the high response. These results suggest a significant influence of the relationship genotype - age in establishing clonal lines of *A. cupreata*.

**Keywords:** *Agave cupreata*, organogénesis, genotipo.



## **Método para purificar bacteriófagos con nanopartículas magnéticas en condiciones *in vitro***

### **Method to purify bacteriophages with magnetic nanoparticles under *in vitro* conditions**

Candelas-Delgado Izayana Alely, Quiñones-Aguilar Evangelina Esmeralda<sup>1</sup>, Rincón-Enríquez Gabriel<sup>1\*</sup>

Laboratorio de Fitopatología, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), C.P. 45019, Zapopan, Jalisco.  
E. mail: grincon@ciatej.mx

Los bacteriófagos son virus que atacan a bacterias, y su utilización para el control de patógenos de humanos, de animales y de plantas se ha incrementado y se conoce como fagoterapia. Entre las ventajas de esta biotecnología es la inocuidad. Muchas bacterias patógenas son multiresistentes a antibióticos. Por lo cual es necesario proponer alternativas como la fagoterapia; un paso importante es tener los bacteriófagos limpios; las técnicas utilizadas hasta el momento se basan en centrifugación, lo cual resulta costoso y a veces inaccesible. El objetivo de este estudio fue proponer un método de purificación de bacteriófagos empleando nanopartículas magnéticas de zinc. Se realizó un experimento completamente al azar con bacteriófago  $\Phi$ XaF13 asociado a bacteria fitopatógena *Xanthomonas vesicatoria* que causa mancha bacteriana en el cultivo de chile, se evaluaron 6 concentraciones de nanopartículas (0.1, 0.2, 0.5, 1.1, 2.2 y 4.2 mg mL<sup>-1</sup>). Se aplicó una concentración inicial del fago de 10<sup>11</sup> UFP mL<sup>-1</sup> y después de purificar se encontró una concentración de 10<sup>9</sup> UFP mL<sup>-1</sup>. Esto indicó una elevada eficiencia de purificación. Respecto a la concentración de las nanopartículas para alcanzar esa eficiencia se requiere de 1.1 a 4.2 mg mL<sup>-1</sup> dado que no mostraron diferencias significativas (Tukey, p≤0.05). Por lo cual se propone un método de purificación de bacteriófagos libres de restos bacterianos y de medio de cultivo, empleando nano-partículas magnéticas de ferritas de zinc (ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). Así, las partículas virales quedan suspendidas en solución apta para su conservación o en formulaciones finales, reduciendo el tiempo y costo de purificación.

**Palabras clave:** nanopartículas de zinc, fagos, biocontrol, patógenos de humanos, fitopatógenos.

Bacteriophages are viruses that attack bacteria. The use of these viruses for the control of human, animal and plant pathogens has increased and is known as phagotherapy. Among the advantages of using this biotechnology is safety. Many of the pathogenic bacteria are multi-resistant to antibiotics. Therefore, it is necessary to propose alternatives such as phagotherapy; an step in this biotechnology is to have clean bacteriophages; the techniques used are based on centrifugation, which is costly and sometimes inaccessible. The object of this study was to propose a bacteriophage purification method using zinc magnetic nanoparticles. A completely randomized experiment was carried out with the bacteriophage  $\Phi$ XaF13 associated with the phytopathogenic bacterium *Xanthomonas vesicatoria* that causes the bacterial spot in pepper crop. 6 concentrations of nanoparticles were evaluated (0.1, 0.2, 0.5, 1.1, 2.2 and 4.2 mg mL<sup>-1</sup>). An initial concentration of the phage  $\Phi$ XaF13 of 10<sup>11</sup> PFU mL<sup>-1</sup> was applied and after purification with nanoparticles a concentration of 10<sup>9</sup> PFU mL<sup>-1</sup> was found. This indicated a high purification efficiency. Regarding the concentration of nanoparticles to reach this efficiency, 1.1 to 4.2 mg mL<sup>-1</sup> is required since they did not show significant differences (Tukey, p≤0.05). Therefore, this work proposes a purification method for the recovery of bacteriophages free of bacterial remains and culture medium, using magnetic nanoparticles of zinc ferrites (ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). In this way, the viral particles are suspended in a solution suitable for their conservation or put into final formulations, reducing the time and cost of purification at an industrial level.

**Key words:** zinc nanoparticles, phages, biocontrol, human pathogens, phytopathogens.

## Herramientas biotecnológicas para el biocontrol de fitopatógenos: El caso de *Metarhizium carneum* y *Lecanicillium attenuatum*

### Biotechnological tools for the biocontrol of phytopathogens: The case of *Metarhizium carneum* and *Lecanicillium attenuatum*

Ceballos Luna Oscar<sup>1,2</sup>, Desgarenes Valido Damaris del Carmen<sup>2\*</sup>, Noa Carrazana Juan Carlos<sup>1\*</sup>, Perroni Ventura Yareni<sup>1</sup>, Gamboa Becerra Roberto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana, Av. de las Culturas Veracruzanos No 101, Col. Emiliano Zapata, C.P. 91090, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup>Instituto de Ecología, A.C., Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, C.P. 91073, Xalapa, Veracruz, México.

E. mail: jnoa@uv.mx, damaris.desgarenes@inecol.mx

El sector agrícola se ve afectado constantemente por agentes fitopatógenos tales como: hongos, bacterias y nemátodos. El biocontrol es una estrategia que ayuda a mitigar los daños causados por fitopatógenos, utilizando enemigos naturales. En esta investigación se evaluó la actividad antifúngica de dos hongos que han sido utilizados como agentes de biocontrol, *Metarhizium carneum* (nematófago, 5 cepas) y *Lecanicillium attenuatum* (entomopatógeno, 1 cepa). Ambos hongos fueron evaluados contra 15 hongos y una bacteria fitopatógenos que afectan cultivos de maíz, tomate y papa, es decir, se realizaron 85 confrontaciones con 5 réplicas. Ambas especies de biocontroladores fueron caracterizadas molecularmente utilizando marcadores ITS, TEF y RPB1. Se realizaron pruebas de antagonismo directo para evaluar su actividad antifúngica y cuantificar el porcentaje de inhibición. La caracterización molecular permitió corroborar que las cepas IE412, IE416, IE418 e IE431, pertenecen a *M. carneum* y la cepa CBF16 pertenece a *L. attenuatum*. En las pruebas de antagonismo se detectó que el mayor porcentaje de inhibición se obtuvo con la cepa IE412 contra *Sclerotinia cepivorum* con un 91.78% y la cepa IE418 contra *Macrophomina phaseolina* con un 91.53% de inhibición. En conclusión, las cepas de *M. carneum* y *L. attenuatum* demostraron capacidad anti-fúngica y antibacteriana, además de las ya conocidas cualidades nematofagas y entomopatógenas. Estas cepas pueden considerarse como organismos multifuncionales, lo que representa un mayor potencial en el control biológico.

**Palabras clave:** Control biológico, actividad antifúngica, *M. carneum*, *L. attenuatum*

The agricultural sector is affected by phytopathogens such as fungi, bacteria, and nematodes. Biocontrol becomes a strategy that helps mitigate the damage caused by phytopathogens using natural enemies.

In this investigation, the antifungal activity of two fungi that have been used as biocontrol agents, *Metarhizium carneum* (nematophagus, 4 strains) and *Lecanicillium attenuatum* (entomopathogen, 1 strain), was evaluated. Both fungi were tested against 15 phytopathogenic fungi, and a phytopathogenic bacterium that affect corn, tomato and potato crops, that is, 85 confrontations were made with 5 replicates. Both species of biocontrollers were characterized molecularly using markers ITS, TEF and RPB1. Direct antagonism tests were carried out to evaluate its antifungal activity and quantify the percentage of inhibition. The molecular characterization allowed to corroborate that IE412, IE416, IE418 and IE431 strains are related to the *M. carneum* species and the CBF16 strain is related to the *L. attenuatum*. In direct antagonism tests, the highest percentages of inhibition were obtained with the IE412 strain against the *Sclerotinia cepivorum* with 91.78% and IE418 strain against the *Macrophomina phaseolina* with 91.53% inhibition. In conclusion, the strains of *M. carneum* and *L. attenuatum* show antifungal and antibacterial quality, in addition to the already known nematophagous and entomopathogenic qualities. These strains can be considered as multifunctional organisms, which represents more significant potential for the application of these microorganisms in biological control.

**Key words:** Biological control, antifungal activity, *M. carneum*, *L. attenuatum*

## Uso de brasinoesteroides en la propagación por esquejes de arándano (*Vaccinium corymbosum*) cv. Biloxi

### Use of brazinosteroids in the propagation by blueberry cuttings (*Vaccinium corymbosum*) cv. Biloxi

Chávez González Judith Libertad<sup>1</sup>, España Boquera María Luisa<sup>1</sup>, Pedraza Santos Martha Elena<sup>2</sup>,  
Rebollar Alvirer Ángel<sup>3</sup> Cárdenas Navarro Raúl<sup>1</sup>, López Pérez Luis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Investigaciones Agropecuarias y Forestales Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. C.P. 58880 Tarímbaro, Michoacán México. <sup>2</sup> Facultad de Agrobiología "Presidente Benito Juárez" Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. C. P. 60170, Uruapan, Michoacán, México. <sup>3</sup> Centro Regional Morelia, Universidad Autónoma Chapingo, C.P. 58170, Morelia Michoacán, México

E. mail: [1243772g@umich.mx](mailto:1243772g@umich.mx)

El cultivo de arándano azul en México ha incrementado significativamente ocasionando alta demanda de plantas. Los métodos para propagación son por cultivo *in vitro* y enraizamiento de esquejes, siendo este último el más común. Para enraizamiento se utilizan auxinas como el ácido indolbutírico, y otras hormonas; recientemente se ha considerado el uso de brasinoesteroides. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto del brasinoesteroide 24-Epibrasinolide (24-EBL) a distintas concentraciones, en dos tipos de sustratos, sobre el enraizamiento y supervivencia de esquejes de arándano. Se utilizaron esquejes de 10 cm provenientes de plantas de un año de edad. Los sustratos fueron PeatMoss (PM) y mezcla de turba-perlita (PMP). Se generaron 8 tratamientos: 4 con PM y 4 con PMP, respectivamente, 0, 0.20, 0.40 y 0.60 mg/l de 24-EBL. La unidad experimental fue un lote de 80 esquejes y cada tratamiento se repitió 5 veces. Los esquejes se sumergieron en la solución correspondiente 5 min y se trasplantaron a macetas con sustratos humedecidos. Las unidades experimentales en invernadero por 28 días. Los resultados mostraron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos, tanto para la supervivencia como para porcentaje de enraizamiento. En mayor concentración del brasinoesteroide la supervivencia aumentó hasta un 61% y el enraizamiento un 66%. Los mejores resultados se lograron con PMP y 0.6 mg/l de 24-EBL. Los resultados demuestran que los brasinoesteroides inducen formación del sistema radicular y podrían ser utilizados en el enraizamiento de esquejes de arándano.

**Palabras claves:** Brasinoesteroide, 24-EBL, arándano azul, esquejes, propagación

The cultivation of blueberry in Mexico has increased significantly causing high demand for plants. The most used methods for the propagation are *in vitro* culture and the rooting of cuttings, the latter the most common. To promote rooting, auxins are used such as indolebutyric acid, and other hormones; the use of brassinosteroids has recently been considered. The objective of this work is to evaluate the effect of brassinosteroid 24-Epibrasinolide (24-EBL) at different concentrations, in two types of substrates, on the rooting and survival of blueberry cuttings. 10 cm cuttings from one-year-old plants were used. The substrates were Peat Moss (PM) and peat-perlite mixture (PMP). 8 treatments were generated: 4 with PM and 4 with PMP, respectively, 0, 0.20, 0.40 and 0.60 mg/l of 24-EBL. The experimental unit a batch of 80 cuttings and each treatment repeated 5 times. The cuttings were immersed in the corresponding solution for 5 min and transplanted into pots with moistened substrates. The experimental units in greenhouse for 28 days. Results showed a significant difference ( $P \leq 0.05$ ) between the treatments, both for survival and for rooting percentage. When the brassinosteroid concentration was increased, survival increased by up to 61% and rooting by 66%. The best results with the PMP substrate and 0.6 mg/l of 24-EBL. The results show that brassinosteroids induce the formation of root system and can be used in the rooting of blueberry cuttings.

**Keywords:** Brassinosteroid, 24-EBL, blueberry, cuttings, propagation

## **Aplicación foliar de brasinoesteroides en plantas de arándano (*Vaccinium corymbosum*) cv. Biloxi cultivadas en hidropónia bajo deficiencia de nitrógeno**

### **Foliar application of brazinesteroids in blueberry plants (*Vaccinium corymbosum*) cv. Biloxi cultivated in hydroponia under nitrogen deficiency**

Chávez González Judith Libertad<sup>1</sup>, España Boquera María Luisa<sup>1</sup>, Pedraza Santos Martha Elena<sup>2</sup>, Rebollar Alviter Ángel<sup>3</sup>, Cárdenas Navarro Raúl<sup>1</sup>, López Pérez Luis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Investigaciones Agropecuarias y Forestales Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. C.P. 58880 Tarímbaro, Michoacán México. <sup>2</sup> Facultad de Agrobiología "Presidente Benito Juárez" Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. C. P. 60170, Uruapan, Michoacán, México. <sup>3</sup> Centro Regional Morelia, Universidad Autónoma Chapingo, C.P. 58170, Morelia Michoacán, México

E. mail: [1243772g@umich.mx](mailto:1243772g@umich.mx)

Actualmente es prioritario el uso eficiente de fertilizantes nitrogenados y fitohormonas para asegurar altos rendimientos en los cultivos. Los brasinoesteroides (BRs) son hormonas vegetales que favorecen el crecimiento de las plantas. Bajo condiciones hidropónicas se pueden ajustar las fuentes y formas de aplicación de nutrientes. Los arándanos son especies adaptadas a suelos ácidos, con disponibilidad de nutrientes limitada. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del brasinoesteroide 24-EBL sobre el crecimiento de plantas de arándano cultivadas en deficiencia de nitrógeno (N). Se utilizaron plantas de arándano cv. Biloxi de 1 año, establecidas en macetas de 20 L con mezcla de tezontle y arena de río como medio de crecimiento, en invernadero. Las plantas fueron fertirrigadas 8 meses con solución nutritiva completa a 0.6 mM de N en forma amoniacal, la cual previamente demostró ser deficiente. Las concentraciones del brasinoesteroide fueron 0, 0.15 y 0.20 mg·L<sup>-1</sup>, y se aplicaron de forma foliar (15mL) en la primera y segunda floración. Como control, plantas fertilizadas con solución 6 mM de N. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (AP), núm de brotes (NB) y núm de hojas por tallo (NH). Los resultados indicaron diferencia significativa entre tratamientos con y sin BRs. Los tratamientos con BRs resultaron similares al control y obtuvieron valores medios de 45.5 cm de AP, 18.7 de NH y 8.8 de NB. Las aplicaciones exógenas del BR 24-EBL a 0.15 y 0.20 mg·L<sup>-1</sup> favorecen crecimiento vegetativo en condiciones de deficiencia de N, logrando un crecimiento similar a plantas bien nutridas.

**Palabras claves:** Arándano, 24-epibrasinoesteroide, Nitrógeno

Currently a priority is the efficient use of nitrogen fertilizers and phytohormones to ensure high crop yields. Brassinosteroids (BRs) are steroidal plant hormones that promote plant growth. Under hydroponic conditions, the sources and forms of application of nutrients can be adjusted, making their use more efficient. Blueberries are species adapted to acid soils, with limited nutrient availability. The objective of this work was to evaluate the effect of the brassinosteroid 24-EBL on the growth of blueberry plants cultivated in nitrogen (N) deficiency. Cranberry plants cv. 1-year-old Biloxi, which were established in 20 L pots using a mixture of tezontle and river sand under greenhouse conditions. The plants were fertirrigated for 8 months with a complete nutrient solution, at 0.6 mM of N in ammonia form, which previously proved to be deficient. Brassinosteroid concentrations were 0, 0.15 and 0.20 mg · L<sup>-1</sup>, and they were applied in a foliar way (15mL) at the first and second flowering. As a control, plants were fertilized with a 6 mM N solution. The variables evaluated were: plant height (AP), number of shoots (NB) and number of leaves per stem (NH). The results indicated a significant difference between the treatments with and without BRs. The treatments with BRs were similar to the control and obtained mean values of 45.5 cm of AP, 18.7 of NH and 8.8 of NB. The results showed that exogenous applications of BR 24-EBL at 0.15 and 0.20 mg · L<sup>-1</sup> favor vegetative growth under conditions of N deficiency, achieving growth similar to that of well-nourished plants.

**Key words:** Blueberry, 24-epibrasinosteroid, Nitrogen

**Bioprospección y caracterización de bacterias endófitas de *Solanum hindsianum* como promotoras de crecimiento vegetal en solanáceas de interés agrícola en Baja California****Bioprospección y caracterización de bacterias endófitas de *Solanum hindsianum* como promotoras de crecimiento vegetal en solanáceas de interés agrícola en Baja California**

Corral Federico Ana Guadalupe<sup>1</sup>, Sepúlveda Edgardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CICESE. Departamento de Microbiología. 22860. Ensenada, Baja California. <sup>2</sup>CONACYT-CICESE. Departamento de Microbiología. 22860. Ensenada, Baja California.

E. mail: [corralf@cicese.edu.mx](mailto:corralf@cicese.edu.mx)

Las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) ayudan a las plantas a hacer frente a condiciones de estrés mediante la solubilización de nutrientes, fijación de nitrógeno y producción de fito-hormonas. Con el fin de encontrar alternativas a los fertilizantes químicos, se estudió el microbiota asociada a la solanácea endémica de Baja California *Solanum hindsianum*. Se lograron aislar 31 cepas bacterianas endófitas, que fueron sometidos a una serie de pruebas para caracterizar su capacidad de solubilizar distintos nutrientes, producir ácido indol-3-acético y biofilms, así como su tolerancia al estrés hídrico y salinidad. Mediante ensayos *in vitro* se determinó variabilidad de los aislados bacterianos para promover la germinación en semillas de distintas solanáceas. Se realizó un ensayo en invernadero inoculando plántulas de tomate, chile, berenjena y rábano con los aislados que habían mostrado mayor potencial. Las medidas morfométricas analizadas fue largo de tallos y raíces, diámetro del tallo a la altura de la corona, así como el peso seco para determinar el área por masa foliar (LMA) y el área específica de la raíz (RSL). Se encontraron aislados bacterianos del género *Pseudomonas* y *Bacillus*, capaces de promover el crecimiento en las distintas solanáceas. Los efectos se observaron principalmente a nivel de las raíces; las plantas de berenjenas con efectos de mayor intensidad. Se proponen los aislados bacterianos endófitos *Pseudomonas* sp. EBCAb1, *Bacillus* sp. EBCAb9 y *Pseudomonas* sp. EBCAe10 como aislados potenciales para formulación de biofertilizantes aplicados en zonas de suelos áridos.

**Palabras clave:** PGPR, *Solanum hindsianum*, Solanaceae, suelos áridos

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) help plants to cope with stress conditions through different mechanisms, such as nutrient solubilization, nitrogen fixation, and phytohormone production. In order to find alternatives to chemical fertilizers, the microbiota associated with the endemic Baja Californian Solanaceae *Solanum hindsianum* was studied. 31 endophytic bacterial strains were isolated, which were subjected to a series of tests to characterize their ability to solubilize different nutrients, produce indole-3-acetic acid and biofilms, as well as their tolerance to water stress and salinity. Then, through *in vitro* tests, the variability of the bacterial isolates was determined to promote germination in seeds of different Solanaceae. Finally, a greenhouse assay was carried out, inoculating tomato, chile, eggplant and radish seedlings with the isolates that had shown the greatest potential. The morphometric measurements that were analyzed were the length of stems and roots, the diameter of the stem at the height of the crown, as well as the dry weight to determine the area per leaf mass (AML) and the specific area of the root (RSL). Bacterial isolates belonging to the genus *Pseudomonas* and *Bacillus* were found capable of promoting growth in the different Solanaceae. The effects were mainly observed at the root level; the eggplants were the crop where the effects occurred with greater intensity. The endophytic bacterial isolates *Pseudomonas* sp. EBCAb1, *Bacillus* sp. EBCAb9 and *Pseudomonas* sp. EBCAe10 are proposed as potential isolates for the formulation of biofertilizers applied in arid soil areas.

**Keywords:** PGPR, *Solanum hindsianum*, Solanaceae, arid soils

**Aplicación poscosecha de fructanos de agave de alto grado de polimerización en aguacate para preservar la calidad e inducir la defensa del fruto****Postharvest application of high polymerization agave fructans in avocado to preserve quality and induce fruit defense**

Cuellar-Torres Esther Angélica<sup>1</sup>, Bañuelos-González Miriam del Carmen<sup>1</sup>, Ortiz-Basurto Rosa Isela<sup>1</sup>, Aguilera-Aguirre Selene<sup>1</sup>, Chacón-López Martina Alejandra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional. de México-Tepic. Laboratorio de Investigación Integral en Alimentos  
Av. Tecnológico # 2595, Lagos del Country, CP.63175 Tepic, Nay. México. Tel: 3112119400  
E mail: esancuellarto@ittepic.edu.mx

Se ha propuesto a los carbohidratos como moléculas capaces de inducir la activación de mecanismos de defensa en frutos, coadyuvando a preservar calidad poscosecha. Los fructanos de agave han sido poco explorados en estudios poscosecha, por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad de los fructanos de agave de alto grado de polimerización (FAAGP) para preservar la calidad poscosecha e inducir la defensa del fruto de aguacate. Soluciones de FAAGP a concentraciones de 5, 10, 15 y 20 % (p/v), fueron aplicadas por inmersión al fruto; se aplicó agua como control negativo. Se evaluaron la pérdida fisiológica de peso (PFP), firmeza, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y pH. En los frutos tratados con la concentración de FAAGP (20% p/v) se evaluó la actividad de las enzimas polifenol oxidasa (PPO), peroxidasa (POD) y fenil alanina amonio liasa (PAL). En resultados, el tratamiento de FAAGP al 20 % mostró los mejores resultados en la desaceleración de la pérdida de firmeza y el % PFP en el fruto. Los parámetros de SST, AT y pH no se afectaron negativamente por los tratamientos con FAAGP. La aplicación de FAAGP al 20 % en aguacate mostró que al tiempo cero después del tratamiento (DT) la actividad de POD y PAL se incrementaron 4.34 y 1.7 veces más respectivamente y la actividad de PPO aumentó 4.6 veces a las 24 h DT respecto al control negativo. En conclusión, la aplicación de FAAGP al 20 % resultó efectiva en el mantenimiento de los parámetros de calidad del aguacate, además de inducir la actividad de enzimas clave del sistema de defensa vegetal, por lo cual los FAAGP representan una potencial alternativa de tratamiento poscosecha en este fruto.

**Palabras clave** aguacate, fructanos, inductor, calidad poscosecha

Carbohydrates have been proposed as molecules capable of inducing the activation of defense mechanisms in fruits, helping to preserve postharvest quality. Agave fructans have been little explored in postharvest studies, therefore, the objective of this research was to evaluate the ability of high-polymerized agave fructans (FAAGP) to preserve postharvest quality and induce avocado fruit defense. Solutions of FAAGP at concentrations of 5, 10, 15 and 20 % (w/v) were applied by immersion to the avocado fruit; water was applied as a negative control. Physiological weight loss, firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA) and pH were evaluated. The activity of polyphenol oxidase (PPO), peroxidase (POD) and phenyl alanine ammonium lyase (PAL) enzymes was evaluated in fruits treated with FAAGP concentration (20 % w/v). In results, the 20% FAAGP treatment showed the best results in slowing the loss of firmness and % physiological weight loss in the fruit. TSS, TA and pH parameters were not negatively affected by FAAGP treatments. The application of 20 % FAAGP in avocado showed that at 0 hour after treatment (hpt) the activity of POD and PAL enzymes increased 4.34 and 1.7 times more respectively and the activity of PPO enzyme increased 4.6 times at 24 hpt with respect to the negative control. In conclusion, the application of 20 % FAAGP was effective in maintaining avocado quality parameters, in addition to inducing the activity of key enzymes of the plant defense system, so FAAGP represents a potential alternative postharvest treatment in this fruit.

**Key words:** avocado, fructans, inducer, postharvest quality.

## **Consortios bacterianos de suelo y rizósfera para el biocontrol de fitopatógenos de la raíz en *Capsicum annuum* L.**

### **Soil and rhizosphere bacterial consortiums for the biocontrol of root phytopathogens in *Capsicum annuum* L.**

De la Cruz-Rodríguez Yadira Yumiko, Fraire-Mayorga Atzin, Alvarado-Gutiérrez Alejandro, Fraire-Velázquez Saúl

Unidad Académica de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Biología Integrativa de Plantas y Microorganismos. Universidad Autónoma de Zacatecas. CP. 98067. Zacatecas, Zacatecas.  
E. mail: [cury011845@uaz.edu.mx](mailto:cury011845@uaz.edu.mx)

El uso de pesticidas en la agricultura genera problemas de contaminación ambiental y toxicidad en humanos, por lo que, el biocontrol de fitopatógenos cobra cada vez mayor relevancia. La pudrición de la raíz en el cultivo de chile genera pérdidas cuantiosas en las zonas productoras en México. El objetivo de esta investigación fue analizar la capacidad de 3 consorcios de *Bacillus* sp. en condiciones *in vitro* e invernadero para contrarrestar simultáneamente 3 patógenos de la raíz en chile, partiendo de un conjunto de cepas anteriormente probadas individualmente como avirulentas en plántulas de chile y con efecto de inhibición de los patógenos de la raíz en estudios *in vitro*. Se utilizaron plantas de 15 días de edad y se sumergieron por la raíz por 5 min en suspensión de cada uno de los consorcios de bacterias respectivamente, agitando cada minuto. Enseguida, las plántulas fueron trasplantadas a cajas Petri con medio MS 20% y a maceta de 1 L con sustrato Peat-Moss estéril. Las cajas Petri y las macetas con sustrato fueron inoculadas 24 horas antes de colocar las plantas, con un parche de crecimiento fresco de cada patógeno. Los resultados de pruebas *in vitro* mostraron que el consorcio 1 conformado por 4 bacterias (2A-2B, 2A-10A, 3A-25B y 3A-6BI) compromete la interacción avirulenta en la planta, mientras que el consorcio 3 (1-10A, 2A-10A y MR50-11A) ofrece mayor protección. Los 3 consorcios probados forman biopelícula sobre la raíz en planta y compiten por espacio contra patógenos. En prueba de invernadero, los 3 consorcios bacterianos forman biopelícula sobre la raíz y la protegen ante los patógenos, y además, promueven crecimiento en la planta.

**Palabras clave:** biocontrol, chile.

The use of pesticides in agriculture has generated serious problems of environmental contamination and toxicity in humans, which is why the biocontrol of phytopathogens is becoming increasingly important. Root rot in chili pepper crops generates considerable losses in the producing areas in Mexico. The objective of this research was to analyze the capacity of 3 consortiums of *Bacillus* sp. under *in vitro* and greenhouse conditions, to simultaneously counteract three root pathogens in chili, starting from a set of strains previously individually tested as avirulent in chili seedlings, and with inhibitory effect on root pathogens in *in vitro* studies. 15-day-old chili plants were used and they were submerged by the root for 5 min in the suspension of each of the bacteria consortia respectively, shaking every minute. Next, the seedlings were transplanted to Petri dishes with 20% MS medium and to a 1 L pot with previously sterilized Peat-Moss substrate. Petri dishes and pots with substrate were inoculated 24 hours before placing the plants, with a fresh growth patch of each pathogen. The results of *in vitro* tests showed that consortium 1 made up of four bacterial strains (2A-2B, 2A-10A, 3A-25B and 3A-6BI) compromises the avirulent interaction in the plant, while consortium 3 (1-10A, 2A-10A and MR50-11A) offers a greater protective effect. The 3 consortia tested form biofilm on the root in the plant and compete for space against pathogens. In greenhouse tests, the 3 bacterial consortia form biofilm on the root and protect it against pathogens, and additionally, promote plant growth.

**Key words:** biocontrol, chili pepper, bacterial consortia, phytopathogens.

## **El Micobioma de la Vid: Una Muestra de Arte y Ciencia**

### **The Vine Mycobiome: A Sample of Art and Science**

Delgado-Álvarez Diego Luis<sup>1</sup>, Rábago-Aguilar Jimena<sup>2</sup>, Herrera Héctor<sup>3</sup>, Hernández-Navarro Eduardo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Nacional de Microscopía Avanzada del CICESE, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México. <sup>2</sup>Laboratorio de Transducción de Señales y Microbiología Agrícola del CICESE, Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México. <sup>3</sup>Centro de Residencias e Investigaciones Artísticas (CRIA). El Tigre, Carretera libre Tijuana-Ensenada Km. 89 El Sauzal de Rodriguez, 22760 Ensenada, B.C., Ensenada, Mexico. <sup>4</sup>Laboratorio de Fitopatología y Control Biológico, Universidad de Colima, Avenida Universidad 333, Las Víboras, 28040 Colima, Col.

E. mail: [ddelgado@cicese.mx](mailto:ddelgado@cicese.mx)

Hablar del cultivo de la vid es hablar de una relación de coevolución con el ser humano a lo largo de más de seis mil años, pero la vid existe desde hace varios millones de años, y como todas las plantas, ha formado relaciones con muchos otros seres vivos. Entre las relaciones más íntimas que puede formar una planta, están las que establece con microorganismos como bacterias y hongos que viven alrededor, sobre, o dentro de ella. Al conjunto de hongos asociados a una planta se le conoce como "Micobioma". La mayoría de los hongos son simbioses mutualistas que defienden a la planta contra enfermedades, producen sustancias que favorecen su crecimiento, además de proveer nutrientes y agua. Sin embargo, algunos hongos son simbioses parásitos que causan enfermedades y pudriciones. Incluso, las plantas son capaces de comunicarse entre ellas a través de los hongos, ya que estos forman redes de hifas que las conectan entre sí. En las prácticas modernas de cultivo de la vid, abunda el uso de agroquímicos, como los fungicidas que atacan tanto a hongos dañinos como al micobioma benéfico, lo que afecta todas sus relaciones y funciones. Actualmente, se investiga el aislamiento y caracterización de hongos benéficos para su uso en la agricultura, para encontrar sustitutos de estos insumos tóxicos. Presentamos aquí una ventana a este hermoso y complejo micromundo, fundamental para la vida, intentando provocar una respuesta emocional que demuestre la diversidad de hongos necesarios para la vida de la vid. La pieza consistió en dos plantas de vid, diversos hongos endófitos dispuestos en una hélice que envuelve y une a las dos plantas por la raíz.

**Palabras clave:** micobioma, arte, ciencia

To talk about the cultivation of the vine is to talk of a coevolutionary relationship with the human being over more than six thousand years, but the vine has existed for several million years, and like all plants, it has formed relationships with many other living things. Among the most intimate relationships that a plant can form are those it establishes with microorganisms such as bacteria and fungi that live around, on, or within it. The community of fungi associated with a plant is known as "Mycobiome". Most of the fungi are mutualistic symbionts that defend the plant against diseases, produce substances that favor its growth, in addition to providing nutrients and water. However, some fungi are parasitic symbionts that cause disease and decay. Plants are even capable of communicating with each other through fungi, since these form networks of hyphae that connect them to each other. In modern vine growing practices, the use of agrochemicals, such as fungicides, is widespread, which affects both harmful fungi and the beneficial mycobiome of the plant, affecting all its relationships and functions. Current lines of research focus on the isolation and characterization of beneficial fungi for use in agriculture, in order to find substitutes for these toxic inputs. We present here a window to this beautiful and complex microworld, fundamental for life, trying to elicit an emotional response that demonstrates the diversity of fungi necessary for the life of the vine. The final piece consisted of two vine plants, a variety of endophytic fungi arranged in a helix that wraps and unites the two plants by the root.

**Keywords:** mycobiome, art, science



**Identificación de bacterias endófitas con actividad de biocontrol sobre hongos de la madera de vid****Identification of endophytic bacteria with biocontrol activity against grapevine trunk fungi**

Delgado-Ramírez Carmen Sanjuana<sup>1</sup>, Hernández-Martínez, Rufina<sup>1</sup>, Sepúlveda Edgardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CICESE. Departamento de Microbiología. 22860. Ensenada, Baja California. <sup>2</sup>CONACYT-CICESE. Departamento de Microbiología. 22860. Ensenada, Baja California.

[cdelgado@cicese.edu.mx](mailto:cdelgado@cicese.edu.mx)

Las enfermedades de la madera causadas por hongos xilófagos se encuentran dentro de las más importantes en el cultivo de vid. Debido a la localización profunda de los hongos en el xilema y a que no hay fungicidas químicos efectivos, su manejo es difícil. Como alternativa está el uso de agentes de biocontrol, sin embargo, las opciones disponibles aún son limitadas pues los microorganismos deben poder colonizar el tejido y mantener una actividad antagónica de amplio espectro. Este trabajo tuvo como objetivo identificar aislados bacterianos endófitos de vid con actividad de biocontrol sobre hongos de la madera. Se colectaron 28 muestras de tejido lignificado de vid de viñedos comerciales en el Valle de Guadalupe en Ensenada, Baja California. De 113 aislados bacterianos obtenidos, se obtuvieron 23 con capacidad antagónica *in vitro* sobre el hongo de la madera *Lasiodiplodia brasiliense*, identificado como altamente virulento. De los 23 aislados se seleccionaron los 5 mejores que se identificaron como pertenecientes al género *Bacillus*. Se determinó *in vitro* su capacidad para producir compuestos volátiles y no volátiles con actividad antifúngica, y actividad de promoción de crecimiento vegetal. Finalmente, se determinó su actividad de biocontrol sobre *L. brasiliense* en plantas de la variedad Cabernet Sauvignon. Para ello, los aislados bacterianos se aplicaron al suelo a  $1 \times 10^6$  UFC, y el patógeno se inoculó en una herida mecánica. Dos aislados, BEVP26 y BeV15 redujeron significativamente la lesión generada por *L. brasiliense* entre un 44.9 % y 47.65 % respectivamente con respecto al control por lo que podrían emplearse como alternativa para controlar a este hongo. En ensayos posteriores se evaluarán en viñedo comercial.

**Palabras clave:** Biocontrol, Bacteria endofítica

Trunk diseases caused by xylophagous fungi are among the most important in vine growing. Due to the deep location of the fungi in the xylem and the lack of effective chemical fungicides, their management is difficult. As an alternative, the use of biocontrol agents has been proposed, however, the available options are still limited since the microorganisms must be able to colonize the plant tissue and maintain a broad-spectrum antagonistic activity. This work aimed to identify endophytic grapevine bacterial isolates with biocontrol activity on trunk fungi. For this, 28 samples of lignified vine tissue were collected from commercial vineyards established in the Valle de Guadalupe in Ensenada, Baja California. Of 113 bacterial isolates obtained, 23 were obtained with antagonistic capacity *in vitro* on the trunk fungus *Lasiodiplodia brasiliense*, identified as highly virulent. Of the 23 isolates, the five best ones that were identified as belonging to the genus *Bacillus* were selected. Their ability to produce volatile and non-volatile compounds with antifungal activity, and various plant growth promoting activities, was determined *in vitro*. Finally, its biocontrol activity on *L. brasiliense* in plants of the Cabernet Sauvignon variety was determined. For this, the bacterial isolates were applied to the soil at  $1 \times 10^6$  CFU, and the pathogen was inoculated in a mechanical wound. Two isolates, BEVP26 and BeV15 reduced the lesion generated by *L. brasiliense* between 44.9% and 47.65%, respectively when compared to the control, indicating they could be used in vine cultivation as an alternative to control this fungus. In subsequent assays, its effect on a commercial vineyard will be evaluated.

**Keywords:** Biocontrol, endophytic bacteria

## **Componentes estructurales de los Centros Organizadores de Microtúbulos (MTOCs) del hongo filamentoso *Neurospora crassa***

### **Structural components of the Microtubule Organizing Centers (MTOCs) of the filamentous fungus *Neurospora crassa***

Espino-Vázquez Astrid N.<sup>1</sup>, Hernández Nahum V.<sup>1</sup>, Callejas-Negrete Olga Alicia<sup>1</sup>, Mouriño-Pérez Rosa R<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Microbiología. División de Biología Experimental y Aplicada. CICESE. C.P. 22860. Ensenada, Baja California.  
E. mail: rmourino@cicese.mx

Los microtúbulos son filamentos compuestos por  $\alpha$  y  $\beta$  tubulina, que intervienen en procesos como transporte de vesículas, movimiento de cilios y flagelos, y división celular. Su nucleación ocurre en sitios conocidos como MTOCs donde los componentes principales son  $\gamma$ -tubulina y proteínas de la familia GCP. La ubicación de los MTOCs varía dependiendo del tipo de célula; en células animales se encuentran en centrosomas, y en levaduras, los más estudiados son los cuerpos polares del huso (SPB). En hongos filamentosos, además del núcleo, también se han observado MTOCs en citoplasma, los septos o el ápice de hifas. Sin embargo, en *Neurospora crassa*, la estructura y localización de los MTOC aún no están bien definida. Para conocer la composición molecular de los MTOC de *N. crassa*, se determinaron interacciones proteína-proteína de  $\gamma$ -tubulina (marcada con GFP) y otras 3 proteínas homólogas predichas como componentes asociados a MTOCs: MZT-1-GFP, APS-2-RFP y SPA10-GFP (predichas como componentes del SPB; del septo y del SPB; y de MTOCs septales, respectivamente). Se realizaron Co-Immunoprecipitaciones utilizando GFP-Trap y los interactores se identificaron mediante nano LC-MS/MS. Se confirmó la interacción física entre  $\gamma$ -tubulina, MZT-1 y APS-2, pero SPA10 no mostró relación con estas u otras proteínas del SBP. Además, se corroboró interacción de proteínas GCP no solo con  $\gamma$ -tubulina sino con MZT-1. Estas interacciones coinciden con observaciones previas por microscopía láser confocal, donde  $\gamma$ -tubulina y MZT-1 co-localizan en el SPB; APS-2, además del núcleo, se encuentra en los septos, y SPA10 solo se localiza en septos. En conclusión, los MTOC dependientes de  $\gamma$ -tubulina en *N. crassa* solo están asociados al SPB, pero no a otros compartimentos celulares.

**Palabras clave:** MTOCs,  $\gamma$ -tubulina, SPBs,

Microtubules are filaments composed of  $\alpha$  and  $\beta$  tubulin, involved in vesicle transport, movement of cilia and flagella, and cell division. Its nucleation occurs at sites known as MTOCs where the main components are  $\gamma$ -tubulin and proteins from the GCP family. The location of MTOCs varies depending on the cell type; in animal cells they are found at the centrosomes, and in yeast, the most studied are the spindle pole bodies (SPBs). In filamentous fungi, additionally to nuclei, MTOCs have also been observed along with the cytoplasm, septa, or hyphal apex. However, in *Neurospora crassa*, the structure and location of the MTOCs are not yet well defined. To know the molecular composition of MTOCs in *N. crassa*, protein-protein interactions for  $\gamma$ -tubulin (labeled with GFP) and three other homologous proteins predicted as MTOCs-associated components were determined: MZT-1-GFP, APS-2-RFP and SPA10-GFP. Co-Immunoprecipitation assays using GFP-Trap were performed and the bounded interactors were identified by nano LC-MS/MS. Physical interaction between  $\gamma$ -tubulin, MZT-1, and APS-2 was confirmed, but SPA10 was not related to these or other predicted proteins of the SBP. Interaction of proteins from the GCP family was corroborated not only with  $\gamma$ -tubulin but also with MZT-1. These interactions coincide with previous observations made by confocal laser microscopy, where  $\gamma$ -tubulin and MZT-1 co-localize at the SPBs; APS-2, in addition to the nuclei, is located at septa, but SPA10 is only found in septa. In conclusion,  $\gamma$ -tubulin-dependent MTOCs in *N. crassa* are only associated with the SPB, but not with other cell compartments.

**Efectos causados por *Fusarium graminearum* en plántulas de trigo (*Triticum aestivum*) en cultivo *in vitro*****Effects caused by *Fusarium graminearum* in wheat seedlings (*Triticum aestivum*) to *in vitro* culture**

García Martínez Héctor Adrián, Orozco-Montes, Salvador, Chávez Avilés Mauricio Nahuam.

Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular. Ingeniería Bioquímica. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo. 61100. Ciudad Hidalgo. Michoacán.

E. mail: [nchavez@cdhidalgo.tecnm.mx](mailto:nchavez@cdhidalgo.tecnm.mx)

La fusariosis de la espiga del trigo es una enfermedad causada por *Fusarium graminearum*, la cual genera pérdidas en cultivos de trigo. El objetivo del estudio fue establecer una metodología para analizar la sintomatología de la fusariosis en plántulas de trigo en etapas tempranas del desarrollo. Se germinaron semillas de trigo (variedad Cortázar S94) en tubos de cultivo con dos capas de medio Murashige-Skoog 0.2X, una sólida (inferior con 1% fitoagar) y una semisólida (superior con 0.5% fitoagar), suplementado con sacarosa al 5%. Se analizaron los siguientes tratamientos: control (no inoculado) e inoculado con  $1 \times 10^2$  esporas de *F. graminearum* Fg4 (las esporas se inocularon en el medio sólido). Se evaluó longitud de: raíz primaria (LRP), del coleóptilo (LC) y de hojas (LH). Se determinó el número de raíces seminales (NRS), peso fresco (PF) y seco (PS). Los valores promedio alcanzados para los tratamientos (controles e inoculados) son descritos a continuación siguiendo el mismo orden para todas las variables. La LRP alcanzó valores de 13.26 cm y 7.17 cm. La LC alcanzó valores 17.8 cm y 10.14 cm. La LH alcanzó valores de 12.64 cm y 11.05 cm. El NRS alcanzó valores de 4.3 raíces y 3.95 raíces. El PF alcanzó valores de 0.375 g y 0.223 g. El PS alcanzó valores de 0.06 g y 0.047 g. Las plántulas de trigo infectadas presentaron daños severos en la arquitectura radicular manifestando necrosis, inhibición del desarrollo de raíces secundarias, reducción del grosor de las raíces y baja densidad radicular. En tejidos aéreos se observó clorosis y retraso en el desarrollo de las hojas, lo cual provoca fragilidad en la plántula. El establecimiento y caracterización de la sintomatología de la fusariosis en plántulas de trigo, permitirá llevar a cabo estudios posteriores para identificar agentes de control biológico.

**Palabras clave:** fusariosis, desarrollo vegetal, sistema radicular, tejido foliar.

*Fusarium* head blight is a disease caused by *Fusarium graminearum*, which generated losses in wheat crops. The objective of the study was to establish a methodology to analyze the symptoms of *Fusarium* disease in wheat seedlings in early stages of development. Wheat seeds (variety Cortázar S94) were germinated in culture tubes with two layers of Murashige-Skoog medium at 0.2X, a solid (nether with 1% phytoagar) and a semisolid (upper with 0.5% phytoagar), supplemented with 5% sucrose. The following treatments were analyzed: control (not inoculated) and inoculated with  $1 \times 10^2$  spores of *F. graminearum* Fg4 (spores were inoculated in solid medium). The length of the primary root (LRP), the length of coleoptile (LC) and the length of leaves (LH), were evaluated. The number of seminal roots (NRS), fresh weight (PF), and dry weight (PS) were determined. Mean values achieved for the treatments (controls and inoculates) are described below, following the same order for all the variables analyzed. The LRP reached values of 13,26 cm and 7,17 cm. The LC reached values 17,8 cm and 10,14 cm. The LH reached values of 12,64 cm and 11,05 cm. The NRS reached values of 4,3 roots and 3,95 roots. The PF reached values of 0,375 g and 0,223 g. The PS reached values of 0,06 g and 0,047 g. Infected wheat seedlings showed severe damage to the root architecture, including necrosis, inhibition of secondary root development, reduction of root's thickness, and low root density. In leaf tissues, chlorosis, and delay in the development of the leaves were observed, which causes fragility in the seedling. Establishment and symptomatology characterization of fusariosis in wheat seedlings will allow lead to subsequent studies to identify biological control agents.

## **Estrategias de diagnóstico de la enfermedad del enrollamiento de la hoja de la vid**

### **Diagnostic strategies for the grapevine leafroll disease**

García Reséndiz Karen Guadalupe, Sandez Salas Odett Mariana, Carrillo Tripp Jimena.

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE). Departamento de Microbiología. Laboratorio de Virología Agrícola. C.P. 22 860 Ensenada, Baja California

E. mail: [jcarrillo@cicese.mx](mailto:jcarrillo@cicese.mx); [karengg@cicese.edu.mx](mailto:karengg@cicese.edu.mx)

La vid es un cultivo económicamente importante para México. El enrollamiento de la hoja de la vid (GLD, siglas en inglés) es el padecimiento viral de mayor impacto económico en vid. La GLD perjudica el crecimiento general y el vigor de las vides, así como el rendimiento de las bayas; con reducciones de aprovechamiento mundial entorno al 50%. La GLD es causada por los virus GLRaVs, siendo el GLRaV-3 el más destructivo y mundialmente extendido. Es imperativo evaluar la efectividad de distintas técnicas de diagnóstico de GLD en campo por sintomatología y de manera molecular. En este trabajo se realizó el diagnóstico visual de GLD a través de la observación de sintomatología y se elaboraron cartografías en seis sitios vitivinícolas de Baja California en el 2020 (1 ha/sitio). Se tomaron 65 muestras de manera dirigida que se usaron para diagnosticar GLRaV-1, -2 y -3 por RT-PCR punto final y para GLRaV-3 por RT-PCR en tiempo real y RT-LAMP. La RT-LAMP fue la más sensible de las tres técnicas probadas, pero requiere cuidado extremo en su ejecución. Los resultados de las dos técnicas de RT-PCR fueron comparables. El 52.5% de plantas visualmente sospechosas o sintomáticas a GLD, tuvieron diagnóstico positivo para al menos uno de los GLRaVs. En las plantas clasificadas como sanas, el 56.5% resultaron negativas a las pruebas moleculares. La discordancia entre técnicas puede estar dada por la complejidad de GLD y sus agentes causales, lo que resalta la necesidad de metodologías para el diagnóstico oportuno y preciso. El diagnóstico visual validado por técnicas moleculares permite el desarrollo de proyectos de investigación y el apoyo al sector productivo en programas de manejo.

Grapevine is an economically important crop for Mexico. Grapevine leafroll disease (GLD) is the viral disease with the most significant economic impact in the vineyards. GLD impairs the growth and vigor of the vines and the yield of berries, with worldwide reductions by around 50%. GLD is caused by grapevine leafroll associated viruses (GLRaVs); GLRaV-3 is the most destructive and worldwide widespread. It is imperative to evaluate the effectiveness of different GLD diagnostic techniques in the field by symptoms and molecular techniques directed at GLRaVs. In this work, the visual diagnosis of GLD was completed by observing symptoms reported in the literature, and recorded in cartographies from six different wine-growing sites in Baja California during 2020 (1 ha/site). Subsequently, 65 samples were taken in a targeted manner to diagnose GLRaV-1, -2, and -3 by end-point RT-PCR, and to detect GLRaV-3 by real-time RT-PCR and RT-LAMP. RT-LAMP was the most sensitive of the three molecular techniques tested but required extreme care in its execution. The results of the two RT-PCR techniques were comparable. 52.5% of plants visually suspicious or symptomatic of GLD had a positive diagnosis for at least one of the GLRaVs tested. In plants visually classified as healthy, 56.5% were negative in molecular tests. The discrepancy between techniques may be due to the complexity of GLD and its causative agents, which highlights the need to find methodologies for timely and accurate diagnosis. Combining visual diagnosis and molecular techniques allows developing research projects and supporting the productive sector in management programs.

**Keywords:** GLD, GLRaVs, diagnosis, grapevine virus

**Identificación de ciclolipopéptidos en fracciones antifúngicas de *Bacillus* sp. (INECOL-4742) activas contra *Fusarium solani* y *F. kuroshium***

**Identification of cyclic lipopeptides in antifungal fractions from *Bacillus* sp. INECOL-4742 active against *Fusarium solani* and *F. kuroshium***

Guevara Avendaño Edgar<sup>1,\*</sup>, Pérez Molina Mayra L.<sup>2</sup>, Cortazar Murillo Elvis M.<sup>3</sup>, Monribot Villanueva Juan L.<sup>3</sup>, Ramírez Vázquez Mónica<sup>3</sup>, Guerrero Analco José A.<sup>3</sup>, Reverchon Frédérique<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Microbiología Ambiental, Red de Estudios Moleculares Avanzados, Centro Regional del Bajío, Instituto de Ecología, A.C. CP 61600. Pátzcuaro, Michoacán. <sup>2</sup> Laboratorio de Química de Productos Naturales, Red de Estudios Moleculares Avanzados. Instituto de Ecología, A.C. CP 91070. Xalapa, Veracruz. <sup>3</sup> Unidad de Microscopía Avanzada, Red de Estudios Moleculares Avanzados. Instituto de Ecología, A.C. CP 91070. Xalapa, Veracruz.

E. mail: [edkarguevaraa@gmail.com](mailto:edkarguevaraa@gmail.com), [frederique.reverchon@inecol.mx](mailto:frederique.reverchon@inecol.mx)

Las bacterias son fuentes naturales de metabolitos con actividad antifúngica. Algunas especies de *Bacillus* producen diversidad de compuestos antimicrobianos como los ciclolipopéptidos (CLP), que son propuestos como alternativas ecológicas al uso de plaguicidas sintéticos. El presente proyecto tuvo como objetivo identificar metabolitos antifúngicos contra *Fusarium solani* y *Fusarium kuroshium*, a partir de rizobacterias de árboles de aguacate (*Persea americana* Mill). El aislado rizobacteriano INECOL-4742 (cerca a *Bacillus amyloliquefaciens*) se seleccionó por su potencial para inhibir el crecimiento de hongos fitopatógenos de aguacate en ensayos de antagonismo directo. Extractos orgánicos de INECOL-4742 se obtuvieron mediante extracciones líquido-líquido con acetato de etilo (AcOEt) y n-butanol (n-ButOH). El extracto de n-ButOH de INECOL-4742 mostró el mayor porcentaje de inhibición (PI) contra *F. solani* (60.7 %) y hasta un 44.3 % contra *F. kuroshium*. Se realizó fraccionamiento químico del extracto butanólico de INECOL-4742 mediante cromatografía en columna abierta de gel de sílice, utilizando como fase móvil un gradiente de polaridad ascendente (10%) con hexano, AcOEt y n-ButOH. Tres fracciones primarias (F3, F12 y F15) mostraron los mayores PI inhibiendo a *F. solani*, entre un 28.6 % y 33.5 % y *F. kuroshium* hasta un 45.0 %. El perfilamiento químico de los extractos y las fracciones bioactivas se realizó mediante cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas de alta resolución (UPLC-ESI-HRMS). Resultados revelaron la presencia de CLP de las familias de las iturinas y surfactinas. Observaciones de *F. kuroshium* por microscopía corroboraron actividad antifúngica de los extractos, evidenciando deformaciones severas en las hifas.

Bacteria are natural sources of metabolites with antifungal activity. Some *Bacillus* species synthesize antimicrobials compounds including cyclic lipopeptides (CLP), which are proposed as an ecological alternative to the use of synthetic pesticides. The objective of this work was to identify antifungal metabolites produced by avocado rhizobacteria (*Persea americana* Mill.) with antagonistic activity against *Fusarium solani* and *F. kuroshium*. Bacterial isolate INECOL-4742 (related to *Bacillus amyloliquefaciens*) was selected for its potential to inhibit the growth of several avocado phytopathogenic fungi in dual antagonism assays. The organic extracts from INECOL-4742 were obtained by liquid-liquid extractions, using ethyl acetate (EtOAc) and n-butanol (n-BuOH). The n-BuOH extract from INECOL-4742 showed the highest percentage of inhibition (PI) against *F. solani* (60.7%) and up to a 44.3% against *F. kuroshium*. Based on these results, the chemical fractionation of the butanolic extract from INECOL-4742 was carried out by silica gel open column chromatography. An increasing polarity gradient was used as a mobile phase, with hexane, EtOAc and n-BuOH. Three primary fractions (F3, F12 and F15) showed the highest PI, inhibiting *F. solani* mycelial growth from 28.6 % to 33.5 % and that of *F. kuroshium* by up to 45.0 %. The chemical profiling of bioactive extracts and fractions was carried out by liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem high resolution mass spectrometry (UPLC-ESI-HRMS). The results showed the presence of CLP from the iturin, surfactin and fengycin families. The observation of *F. kuroshium* mycelium by Confocal Laser Microscopy evidenced the antifungal activity of bacterial extracts, showing severe deformations in the hyphae.

## **Evaluación de dos reguladores de crecimiento en etapa de enraizamiento *in vitro* de Zarzamora (*Rubus idaeus* L.)**

### **Evaluation of two growth regulators in the *in vitro* rooting stage of blackberry (*Rubus idaeus* L.)**

Gómez Bobadilla Laura Yesenia<sup>1</sup>, Buenrostro-Nava Marco Tulio<sup>2</sup>, Tornet Quintana Yoel<sup>1</sup>, Manzo Sánchez Guilberto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>H52 S.A de C.V., Zona Pacífico, Carretera Libre Quesería – Colima, Quesería, Colima.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima, Km. 40 Autopista Colima – Manzanillo, Tecomán, Colima. C.P. 28930

E. mail: [yesenia.gomez@h52.mx](mailto:yesenia.gomez@h52.mx); [mbuenrostro0@ucol.mx](mailto:mbuenrostro0@ucol.mx)

Los cultivos vegetales *in vitro* aportan en la investigación una gran cantidad de herramientas que permiten fortalecer múltiples estudios referentes a temáticas relacionadas con el campo agrícola, la salud, la biología, y la genética. La micropropagación busca obtener un nuevo organismo a partir de un fragmento de tejido u órgano, extraído de cualquier parte de la planta. Brotes desarrollados *in vitro* fueron sometidos a varios tratamientos para determinar las condiciones de cultivo y la combinación de reguladores de crecimiento capaces de inducir respuestas morfogénicas. Dicha técnica se ha usado en Zarzamora variedad 0052-01, para iniciar su propagación en etapa de enraizamiento, se ha centrado esta investigación usando dos reguladores de crecimiento, auxinas (AIB) y citoquininas (BAP). Se realizaron 3 tratamientos con 5 repeticiones: L1 (control), L2 (BAP) 1-1.5 mg/L, L3 (AIB) 1-3 mg/L en medio WPM a concentración del 100% se mantuvieron en incubación a 25°C con 16 horas luz y 8 hs oscuridad. Los resultados mostraron que L1 produjo 5 cm largo de raíz, 5 cm largo de la planta, 9 hojas/plántula; L2 produjo 4 cm de raíz, 4 cm largo de la planta, 5 hojas/plántula y L3 produjo 3 cm largo de raíz, 4 cm largo de la planta, 6 hojas/plántula. La raíz de zarzamora es filiforme, muy extendida, nudosa y superficial; el tratamiento L1 arroja una raíz principal alargada, sin pelos absorbentes, raíces secundarias pequeñas, suele tener dos a tres; L2 su raíz principal alargada presenta pelos absorbentes con raíces secundarias pequeñas, L3 su raíz principal no es tan alargada como en L1 o L2. L3 indujo gran cantidad de pelos absorbentes. Como conclusión. los tratamientos L2 y L3 son los que presentan una formación de raíces con pelos radiculares que ayudan absorber los nutrientes presentes.

*In vitro* plant cultures provide research with a large number of tools that allow strengthening multiple studies related to agricultural field, health, biology, and genetics, among others. The use of micropropagation seeks to obtain a new organism from a fragment of tissue or organ, which can be extracted from any part of the plant. Sprouts developed *in vitro* were subjected to various treatments to determine the culture conditions and the combination of growth regulators capable of inducing morphogenetic responses. This technique has been used in Blackberry variety 0052-01, to initiate its propagation in the rooting stage, this research has been focused using two growth regulators auxins (AD3), cytokinins (BAP). Three treatments were carried out with 5 replicates each one: L1 (control), L2 (BAP) 1-1.5 mg/L, L3 (AIB) 1-3 mg/L in WPM medium 100% concentration were kept in incubation at a temperature of 25°C with a photoperiod of 16 hours light and 8 hours dark. The results showed that L1 produced 5 cm root length, 5 cm plant length, 9 leaves/plantlet; L2 produced 4 cm root length, 4 cm plant length, 5 leaves/plantlet and L3 produced 3 cm root length, 4 cm plant length, 6 leaves/plantlet. The blackberry root is filiform, very extended, knotty and superficial; the treatment L1 gives an elongated main root, without presence of absorbent hairs, it presents small secondary roots usually has two to three, L2 its elongated main root presents absorbent hairs with small secondary roots, L3 its main root is not as elongated as the treatments L 1 or L2. L3 induced a large number of absorbing hairs on its roots. Absorbent hairs are the parts of the root where most of the nutrients and water are absorbed. As conclusion the treatments L2 and L3 are those that present a formation of roots with root hairs that help to absorb the present nutrients.

**Biocontrol de enfermedades foliares en plantas medicinales utilizando hongos micorrícicos arbusculares****Biocontrol of foliar diseases in medicinal plants using arbuscular mycorrhizal fungi**

Gómez Dorantes Nuria

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 58000. Morelia, Michoacán.

E. mail: [nuria.gomez@umich.mx](mailto:nuria.gomez@umich.mx)

Con la finalidad de determinar el efecto de un inóculo comercial de hongos micorrícicos arbusculares (HMA), en el control hongos fitopatógenos foliares en plantas de hierbabuena (*Mentha spicata*) y mejorana (*Origanum majorana*) se desarrolló el presente experimento en condiciones de invernadero. Se utilizaron plantas de hierbabuena y mejorana con 4 tratamientos: 1) plantas testigo (sin inocular), 2) plantas inoculadas con un consorcio de HMA (*Glomus* spp.), 3) plantas inoculadas con *C. gloeosporioides* y *Alternaria alternata* y 4) plantas inoculadas con HMA y *C. gloeosporioides* y *Alternaria alternata*. Cada tratamiento tuvo 5 repeticiones en un arreglo de bloques al azar. Se realizaron cosechas a los 30 y 45 días, evaluándose las siguientes variables: colonización micorrícica, altura de la parte aérea y longitud de la raíz, peso seco de la parte aérea y de la raíz y severidad de la enfermedad. La colonización micorrícica mostró un incremento significativo ( $p \leq 0.05$ ) en las plantas infectadas con los fitopatógenos alcanzando el 100% a los 45 días. Las plantas micorrizadas presentaron una reducción del 80% en la severidad de las enfermedades respecto a las plantas infectadas con los patógenos y sin micorrizar. La altura de la parte aérea y la biomasa seca de la parte aérea y raíz incrementaron su valores entre el 45-50% en las plantas micorrizadas e infectadas con los patógenos con respecto a las no micorrizadas y con el patógeno. Estos resultados preliminares muestran que los HMA confieren protección ante los patógenos foliares. Se recomiendan más estudios al respecto.

**Palabras clave:** *Glomus* spp., hierbabuena, mejorana

In order to determine the effect of a commercial inoculum of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), in the control of foliar phytopathogenic fungi in peppermint (*Mentha spicata*) and marjoram (*Origanum majorana*) plants, the present experiment was developed under greenhouse conditions. Peppermint and marjoram plants were used with 4 treatments: 1) control plants (not inoculated), 2) plants inoculated with a consortium of AMF (*Glomus* spp.), 3) plants inoculated with *C. gloeosporioides* and *Alternaria alternata* and 4) plants inoculated with AMF and *C. gloeosporioides* and *Alternaria alternata*. Each treatment had 5 repetitions in a random block arrangement. Harvests were carried out at 30 and 45 days, evaluating the following variables: mycorrhizal colonization, height of the aerial part and root length, dry weight of the aerial part and of the root and severity of the disease. Mycorrhizal colonization showed a significant increase ( $p \leq 0.05$ ) in plants infected with phytopathogens, reaching 100% at 45 days. The mycorrhized plants showed an 80% reduction in the severity of the diseases compared to the plants infected with the pathogens and without mycorrhization. The height of the aerial part and the dry biomass of the aerial part and root increased their values between 45-50% in mycorrhized plants infected with pathogens compared to non-mycorrhized plants and with the pathogen. These preliminary results show that AMF confer protection against foliar pathogens. More studies are recommended in this regard.

**Keywords:** *Glomus* spp., peppermint, marjoram

**Efecto de la inoculación de *Rhizophagus intraradices* en la pudrición radical en plantas de orégano****Effect of inoculation of *Rhizophagus intraradices* on root rot in oregano plants**

Gómez Dorantes Nuria, Fernández-Pavía Sylvia Patricia, Rodríguez Alvarado Gerardo

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 58000. Morelia, Michoacán.

E. mail: [nuria.gomez@umich.mx](mailto:nuria.gomez@umich.mx)

El orégano (*Origanum vulgare*) es una planta popular por sus usos en la gastronomía y la medicina tradicional, es cultivado en macetas y jardines de traspatio. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del hongo micorrízico *Rhizophagus intraradices* obtenido de un inóculo comercial en el control del hongo fitopatogénico *Fusarium oxysporum* en foliares en plantas de orégano. Se desarrolló el presente experimento en condiciones de invernadero utilizando plantas de orégano con 4 tratamientos: 1) plantas testigo (sin inocular), 2) plantas inoculadas con *R. intraradices*, 3) plantas inoculadas con *Fusarium oxysporum* y 4) plantas inoculadas con *R. intraradices* y *Fusarium oxysporum*. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 5 repeticiones para cada tratamiento. Se realizaron cosechas a los 30 y 45 días, evaluándose las siguientes variables: colonización micorrízica, altura de la parte aérea y longitud de la raíz, peso seco de la parte aérea y de la raíz y severidad de la enfermedad. La colonización micorrízica mostró un incremento significativo ( $p \leq 0.05$ ) en las plantas infectadas con los fitopatógenos alcanzando el 100% a los 45 días. Las plantas micorrizadas presentaron una reducción del 60% en la severidad de las enfermedades respecto a las plantas infectadas con los patógenos y sin micorrizar. La biomasa seca de la raíz se incrementó en un 80% en las plantas micorrizadas e infectadas con los patógenos con respecto a las no micorrizadas y con el patógeno. *R. intraradices* confiere resistencia a las raíces de las plantas de orégano ante el ataque de hongos fitopatógenos. Se recomiendan más estudios adicionales.

**Palabras clave:** Micorriza, *Origanum*, *Fusarium* sp.

Oregano (*Origanum vulgare*) is a popular plant for its uses in gastronomy and traditional medicine, it is cultivated in pots and backyard gardens. The objective of this work was to determine the effect of the mycorrhizal fungus *Rhizophagus intraradices* obtained from a commercial inoculum in the control of the phytopathogenic fungus *Fusarium oxysporum* in foliar plants of oregano. The present experiment was developed under greenhouse conditions using oregano plants with 4 treatments: 1) control plants (without inoculation), 2) plants inoculated with *R. intraradices*, 3) plants inoculated with *Fusarium oxysporum* and 4) plants inoculated with *R. intraradices* and *Fusarium oxysporum*. A randomized block design with 5 repetitions was used for each treatment. Harvests were carried out at 30 and 45 days, evaluating the following variables: mycorrhizal colonization, height of the aerial part and root length, dry weight of the aerial part and of the root and severity of the disease. Mycorrhizal colonization showed a significant increase ( $p \leq 0.05$ ) in plants infected with phytopathogens, reaching 100% at 45 days. The mycorrhized plants showed a 60% reduction in the severity of the diseases compared to the plants infected with the pathogens and without mycorrhization. The dry biomass of the root increased by 80% in the plants infected with the pathogens and mycorrhized with respect to the non-mycorrhized and with the pathogen. *R. intraradices* confers resistance to the roots of oregano plants against the attack of phytopathogenic fungi. More additional studies are recommended.

**Keywords:** Mycorrhiza, *Origanum*, *Fusarium* sp.



## **Efecto de la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo de plántulas micropropagadas de cocotero**

### **Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the physiological development of micropropagated coconut seedlings during ex vitro acclimatization**

Gómez-Falcón N.<sup>1</sup> Andrade-Torres A.<sup>2</sup> Lara-Pérez L.A.,<sup>3</sup> Oropeza-Salín C.,<sup>4</sup> Narváez-Cab M.<sup>4</sup>, Córdoba-Lara I.<sup>4</sup>, Saénz-Carbonell, L.A.<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Doctorado en Ciencias Biológicas, opción Biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo; CP 97205, Mérida, Yucatán, México. <sup>2</sup> Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada. Av. de las Culturas Veracruzanas 101, Emiliano Zapata; C.P. 91090, Xalapa, Veracruz, México. <sup>3</sup> Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Carretera Chetumal-Escárcega Km. 21.5, Ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco; C.P. 77965, Quintana Roo, México. <sup>4</sup> Unidad de biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo; CP 97205, Mérida, Yucatán, México.  
E mail: [vyca@cicy.mx](mailto:vyca@cicy.mx)

La producción de plántulas de cocotero a través de embriogénesis somática es una alternativa eficiente para obtener plantas con alto desempeño agronómico. Sin embargo, una limitación es la mortalidad de plantas *in vitro* durante la transferencia a campo. Con el fin de mejorar el crecimiento y reducir mortalidad en las plántulas en etapa de aclimatación, una alternativa sustentable es la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares (HMA), lo cual aumenta la tolerancia al estrés ambiental, mejora disponibilidad de nutrientes, pH del suelo y aireación. Inoculación con HMA nativos confiere mejores efectos benéficos a sus hospederos, y mejor adaptación a las condiciones edafoclimáticas. En este trabajo, se seleccionaron plántulas de 9 meses variedad Alto del pacífico. Se realizó un primer ensayo por 6 meses para determinar grado de sobrevivencia de plántulas inoculadas con HMA nativos de rizosfera de coco-tero de duna costera de Yucatán, México y EndoRhiza Mini Pug®. Las plantas mostraron una tasa de sobrevivencia superior al  $70 \pm 0.2\%$ . Se validaron resultados en otro ensayo, considerando parámetros fisiológicos (diámetro, área foliar, fotosíntesis, fluorescencia de clorofila, núm de hojas, altura), porcentaje de colonización y sobrevivencia. A un año de evaluación, plantas inoculadas con HMA sobrevivieron un  $80 \pm 0.2\%$ , mientras que, las inoculadas con EndoRhiza y el grupo control sobrevivieron un  $67 \pm 0.1\%$ . Existe una correlación benéfica entre porcentaje de colonización, altura y diámetro en plantas inoculadas con HMA nativos, por lo tanto, el uso de HMA puede mejorar el desarrollo de plantas de cocotero.

**Palabra clave:** HMA nativos, cocotero.

The coconut plants production through somatic embryogenesis is a useful approach for obtaining plants with beneficial agronomic traits. Nevertheless, a bottleneck is the *in vitro* seedling mortality during field transfer. In order to improve plant growth and to decrease the seedling mortality of coconut acclimatization-stage, a sustainable approach is the Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) inoculation. The use of AMF enhances the environmental stress tolerance, increase nutrients availability, adjust soil pH and aeration. Inoculation with native AMF confers beneficial traits to the host, and best adaptation under edaphoclimatic conditions. In this work, we chose 9 months old seedling of the pacific tall coconut variety. A preliminary assay was performed in a six-month period to determine surviving of seedling inoculated with native AMF from Coastal Dunes of Yucatán, México; and commercial EndoRhiza Mini Pug®. Plantlets showed a survival rate higher to  $70 \pm 0.2\%$ . Results were confirmed in a second assay, considering physiological parameters (diameter, foliar area, photosynthesis, chlorophyll fluorescence, leaves number and height), colonization percentage and surviving rate. After a year of observation, plants inoculated with native AMF had a survival rate of  $80 \pm 0.2\%$ . While the plants inoculated with EndoRhiza and control had a survival rate of  $67 \pm 0.1\%$ . There is a beneficial correlation between colonization percentage, heigh and diameter in plants inoculated with native AMF. Therefore, the use of AMF can improve the coconut plants development.

**Regulación de genes relacionados con el metabolismo de carbohidratos en *Nicotiana attenuata* en respuesta a *Manduca sexta* y micorrizas mediada por citoquininas****Regulation of genes related to carbohydrate metabolism in *Nicotiana attenuata* in response to *Manduca sexta* and mycorrhizae mediated by cytokinins**

Gómez-Villela Jaime<sup>1</sup>, Sánchez-Hernández Carla<sup>2</sup>, Meza-Canales Iván D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Maestría en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (BIMARENA), Universidad de Guadalajara, CP 44600, Zapopan, Jalisco. <sup>2</sup>Laboratorio de marcadores moleculares, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, CP. 44600, Zapopan Jalisco. <sup>3</sup>Unidad de Biología Molecular, Genómica y Proteómica, Instituto Transdisciplinar de Investigación y servicios, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, CP 45150, Zapopan, Jalisco  
E. mail: [mezacanales.id@gmail.com](mailto:mezacanales.id@gmail.com)

En respuesta a herbivoría las plantas modulan defensas y estrategias de tolerancia para eliminar o mitigar el daño. Entre estas, destacan la inducción de defensas y tolerancia, y la movilización de carbohidratos foto-asimilados de tejidos dañados a sitios vulnerables de mayor importancia para la planta y sitios de reserva. Estudios en herbivoría sugieren que las citoquininas (CQ's) son reguladores importantes en procesos de defensa, y participan en la mediación y respuestas inducidas por micorrizas y en la regulación de carbohidratos en otros procesos, como la senescencia. Sin embargo, no ha sido estudiado, si las CQ's intervienen en la regulación de carbohidratos en plantas bajo herbivoría. El objetivo de este trabajo fue analizar la función de las CQ's en la regulación de carbohidratos inducidos con secreciones orales de *Manduca sexta* en *Nicotiana attenuata* asociada con micorrizas. Plantas de *N. attenuata* silvestres (WT) silenciadas en receptores de CQ's (*irCHK2/3*) se inocularon con *Rhizophagus irregularis*. A 21 días post-inoculación se realizó un ensayo de herbivoría simulada y se evaluó la expresión de genes relacionados con el metabolismo de carbohidratos (*HXK*, *INV1*, *CWII*, *PLA* y *SUS1*) y producción de metabolitos de defensa (*DH29*) y carbohidratos. Los experimentos mostraron represión de *INV1*, *HKX*, *SUS1* en las plantas deficientes en receptores de CQ's tratadas con herbivoría. La micorrización ocasionó represión de *INV1* y *SUS1* y un aumento en *DH29*. Estos resultados indican que las CQ's y las micorrizas contribuyen a la regulación de carbohidratos inducidos con herbivoría simulada.

**Palabras clave:** Citoquininas, herbivoría,

In response to herbivory, plants deploy defense and tolerance strategies to restrict or mitigate the damage. Among these, induction of defenses and the mobilization of photo-assimilated carbohydrates from damaged tissues to vulnerable sites occurred as a way to procure important plant tissues. Cytokinins (CKs) are known to participate in carbohydrate remobilization in other processes, such as senescence, as well as in the mediation and responses induced by mycorrhizae. Furthermore, herbivory studies suggest that cytokinins (CKs) are central regulators of plant defenses. However the implications of CKs on tolerance responses and their relationship to mycorrhizae under plant defense has not been addressed. The objective of this work was to analyze the function of CKs in the regulation of carbohydrates induced by simulated herbivory of *Manduca sexta* in the *Nicotiana attenuata* plants associated with mycorrhizae. *Ad hoc*, wild plants of *N. attenuata* (WT) and silenced in CK receptors (*irCHK2/3*) were inoculated with *Rhizophagus irregularis* mycorrhizae. At 21 days post-inoculation, a simulated herbivory test was carried out and the expression of different genes related to carbohydrate metabolism (*HXK*, *INV1*, *CWII*, *PLA* and *SUS1*) and the production of defense metabolites (*DH29*) were evaluated. The experiments showed a repression of *INV1*, *HKX*, *SUS1* in plants deficient in cytokinin receptors treated with herbivory. In addition, mycorrhization caused a repression in *INV1* and *SUS1* and an increase in *DH29*. These results indicate that CKs and mycorrhizae contribute to the regulation of carbohydrates induced with simulated herbivory.

**Keywords:** Cytokinins, herbivory,

**Micropropagación *in vitro* de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw) a partir de tallos seleccionados de siembras comerciales en Limoncito – Santa Elena. Ecuador**

**In vitro propagation of yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw) from selected stems from plantings commercial in Limoncito – Santa Elena. Ecuador**

González Burgas Gustavo Andrés<sup>1</sup>, Vegas García Ariadne Lucrecia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante graduado de la Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 090114. Guayaquil. Provincia de Guayas. Ecuador. <sup>2</sup>Investigador asociado. Universidad Ecotec. Centro de Estudios para el Desarrollo Sostenible (CEDS). 092302. Provincia de Guayas. Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas, Unidad de Biotecnología, 2101. Maracay, Estado Aragua. Venezuela. E. mail: g.tave.17@gmail.com

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw) es una cactácea de tallos largos, con frutos exóticos con excelentes características organolépticas y nutricionales. Es originaria de Centroamérica y Sur América, produciéndose en regiones tropicales y subtropicales de Latinoamérica. En Ecuador se consume localmente y se exporta. Los agricultores la propagan asexualmente por estacas o cladodios. El objetivo de la investigación fue la micropropagación *in vitro* a partir de tallos seleccionados de siembras comerciales. Se utilizaron brotes nuevos de 1 a 5 cm de largo, y se sumergieron en NaClO 3% por 10 min, seguido de isopropanol 70% por 1 min y lavados con agua destilada estéril. En la fase de iniciación se implantaron tallos de 1 cm y se obtuvo la mayor brotación de yemas (60%) en medio de cultivo MS BAP (2 mg.L<sup>-1</sup>)/Kin (2 mg.L<sup>-1</sup>), seguidos por los medios MS BAP (3 mg.L<sup>-1</sup>)/ANA (0.1 mg.L<sup>-1</sup>) (20%), y MS BAP (1 mg.L<sup>-1</sup>) (6.0%). Fue limitante la contaminación fúngica y bacteriana proveniente de los explantes, que alcanzó un 71.11%. En la fase de multiplicación se logró el mayor coeficiente de multiplicación (1.8) con medio MS Kin (8 mg.L<sup>-1</sup>), y menores valores con MS BAP (4 mg.L<sup>-1</sup>)/Kin (4 mg.L<sup>-1</sup>) (1.6), y MS BAP (2 mg.L<sup>-1</sup>)/Kin (2 mg.L<sup>-1</sup>) (1.2). En la fase de enraizamiento se indujeron raíces en el 60% de los brotes con medio MS (100%), y el 40% con MS (50%) y MS ANA (0.5 mg.L<sup>-1</sup>). Los resultados ofrecen una alternativa para la micropropagación de pitahaya amarilla, lo cual favorecerá el establecimiento de plantaciones libres de patógenos fúngicos y bacterianos, causantes de enfermedades en este cultivo.

**Palabras clave:** Cactácea, Cladodios,

Yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw) is a cactus with long stems, which produces exotic fruits with excellent organoleptic and nutritional characteristics. It is native to Central America and South America, being produced commercially in tropical and subtropical regions of Latin America. In Ecuador it is consumed locally and exported. Farmers propagate it asexually by cuttings or cladodes. The objective of the research was the *in vitro* micropropagation from selected stems of commercial crops. New shoots of 1 to 5 cm long were used, which were immersed in 3% NaClO for 10 min, followed by 70% isopropanol 1 min and washed with sterile distilled water. In the initiation phase, 1 cm stems were implanted and the highest sprouting of the buds (60%) was obtained in the culture medium MS BAP (2 mg.L<sup>-1</sup>) / Kin (2 mg.L<sup>-1</sup>), followed by MS BAP (3 mg.L<sup>-1</sup>) / ANA (0.1 mg.L<sup>-1</sup>) (20%), and MS BAP (1 mg.L<sup>-1</sup>) (6.0%). The fungal and bacterial contamination from the explants was limiting, reaching an average of 71.11%. In the multiplication phase, the highest multiplication coefficient (1.8) was achieved with the MS Kin medium (8 mg.L<sup>-1</sup>), and lower values with the MS BAP (4 mg.L<sup>-1</sup>) / Kin (4 mg.L<sup>-1</sup>) (1.6), and MS BAP (2 mg.L<sup>-1</sup>) / Kin (2 mg.L<sup>-1</sup>) (1.2). In the rooting phase, roots were induced in 60% of the shoots with the MS medium (100%), and 40% with MS (50%) and MS ANA (0.5 mg.L<sup>-1</sup>). The results offer a good alternative for the micropropagation of yellow pitahaya, which will favor the establishment of plantations free of fungal and bacterial pathogens, which cause diseases in this crop.

**Keywords:** Cactaceae, Cladodes, Pathogens, *In vitro* propagation.

**Inhibición *in vitro* e *in vivo* de *Colletotrichum gloeosporioides* Pa14 con levaduras silvestres: caracterización de los mecanismos de acción de la cepa LPa14*****In vitro* and *in vivo* inhibition of *Colletotrichum gloeosporioides* Pa14 with wild yeasts: characterization of the mechanisms of action of the LPa14 strain**

González-Gutiérrez Katia Nayely<sup>1</sup>, Ragazzo-Sánchez Juan Arturo<sup>1</sup>, Espinoza-Morales Sonia<sup>1</sup>, Villanueva-Marcial Yadira Miriam<sup>1</sup>, Calderón-Santoyo Montserrat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tepic. Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos. C.P. 63175, Tepic, Nayarit. México. Correo:

[mcalderon@tepic.tecnm.mx](mailto:mcalderon@tepic.tecnm.mx)

La antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* ocasiona pérdidas del 20 a 100% de la cosecha de aguacate. Como alternativa al uso de fungicidas químicos se han evaluado microorganismos antagonistas. Las levaduras, aisladas de flores, frutos y hojas, se han propuesto como agentes de biocontrol seguros y efectivos para enfermedades fúngicas. La búsqueda y aplicación precosecha de nuevas levaduras en frutos de aguacate puede impactar en reducción de las pérdidas en poscosecha. El objetivo fue aislar levaduras con potencial de biocontrol contra *C. gloeosporioides* en frutos de aguacate cv. Hass y evaluación de los mecanismos de acción de la cepa LPa14. Se aislaron levaduras de frutos de aguacate, se evaluó su capacidad antagónica *in vitro* e *in vivo* frente a *C. gloeosporioides* y se evaluó su toxicidad en un bioensayo de *Artemia salina*. Las cepas se sometieron a estrés hídrico y térmico y se evaluaron los mecanismos de acción de la levadura de biocontrol más prometedora. Se obtuvieron 27 cepas de levadura del epicarpio de frutos de aguacate. *In vitro*, 8 cepas e *in vivo*, 2 cepas mostraron actividad antagonista contra *C. gloeosporioides*. La cepa LPa14 exhibió el mejor potencial de biocontrol al reducir la severidad e incidencia en 63.63 y 40% respectivamente, no presentó toxicidad y mostró capacidad para sobrevivir en condiciones adversas de baja aw y alta temperatura. Los posibles mecanismos de acción de LPa14 incluye: colonización en herida, competencia por nutrientes, adherencia a hifas y esporas del patógeno, formación de biopelículas y producción de compuestos orgánicos volátiles. La levadura LPa14 demostró ser un agente antagonista con alto potencial para el control de *C. gloeosporioides* y podría usarse como control alternativo pre y poscosecha en frutos de aguacate.

**Palabras clave:** biocontrol, levadura, *Colletotrichum gloeosporioides*, mecanismo.

Anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* causes losses of 20 to 100% of avocado crop. As an alternative to chemical fungicides, antagonistic microorganisms have been evaluated. Yeasts, isolated from flowers, fruits and leaves, have been proposed as safe and effective biocontrol agents for fungal diseases. The search and preharvest application of new yeasts in avocado fruits can impact on the reduction of postharvest losses. The objective was to isolate yeasts with biocontrol potential against *C. gloeosporioides* in avocado fruits cv. Hass and evaluation of the action mechanisms of the LPa14 strain. Yeasts were isolated from avocado fruits, then, *in vitro* and *in vivo* antagonistic capacity against *C. gloeosporioides*, and their toxicity by means of a bioassay of *Artemia salina* was evaluated. The strains were subjected to hydric and thermal stress and the action mechanisms of the most promising biocontrol yeast were evaluated. 27 yeast strains were obtained from the epicarp of avocado fruits. *In vitro*, 8 strains and *in vivo*, 2 strains showed antagonistic activity against *C. gloeosporioides*. Strain LPa14 exhibited biocontrol potential by reducing severity and incidence by 63.63 and 40% respectively; it did not present toxicity and showed ability to survive in adverse conditions of low aw and high temperature. Possible action mechanisms of LPa14 included: colonization in the wound, competition for nutrients, adherence to hyphae and spores of the pathogen, biofilm formation and production of volatile organic compounds. The LPa14 yeast proved to be an antagonist agent with potential for the control of *C. gloeosporioides* and, could be used as an alternative control before and after harvest in avocado fruits.

**Key words:** biocontrol, yeast, *Colletotrichum gloeosporioides*, mechanism.

## **Alternativas al uso de fertilizantes: Bacterias multitarea aisladas de bosques de encino.**

### **Alternatives to the use of fertilizers: Multitasking bacteria isolated from oak forests.**

Hernández-León Rocío<sup>1,2</sup>, González-Rodríguez Antonio<sup>1</sup>, y Tapia-Torres Yunuer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México. <sup>2</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México.

E.mail: [r.hl83@hotmail.com](mailto:r.hl83@hotmail.com)

El uso de PGPR (Plant growth-promoting rhizobacteria) puede contribuir a la reducción de productos sintéticos y evitar que la salud humana se vea comprometida. Una de las características de las PGPR es que pueden ayudar en la adquisición de nutrientes como el fósforo (P) además de biocontrolar plagas. Objetivo: Evaluar capacidades de 6 PGPR para promover crecimiento vegetal temprano de plantas de maíz y biocontrolar hongos fitopatógenos. Se realizaron pruebas para determinar capacidad de aislados de metabolizar diferentes fuentes de P *in vitro*, la amplificación de genes relacionados con metabolismo de P, pruebas cualitativas para determinar la producción de compuestos indólicos, ensayos de germinación, promoción de crecimiento vegetal temprano en semilleros y pruebas de biocontrol *in vitro*. Los aislados se identificaron como: *Bacillus velezensis* (13), *Bacillus subtilis* (42), *Pseudomonas fluorescens* (E221), *Arthrobacter* sp. (EE12), *Rahnella* sp. (EM1) y *Serratia* sp. (EM2). La cepa 13 puede utilizar todas las fuentes de P probadas, de la misma manera que 42, E221, EM1 y EM2. La cepa EE12 no pudo usar 2AEP (ácido 2-aminoetilfosfónico) como fuente de P. E221, EM1 y EM2 presentaron el color rosado característico de la producción de compuestos indólicos, a diferencia del resto. La mayor germinación cuando las semillas fueron pretratadas con los aislados EE12 y E221. Estadísticamente, las cepas 42, EE12 y 13 redujeron el tamaño del micelio de *Fusarium oxysporum*. Las cepas que mostraron una mayor capacidad de inhibición contra *Botritis cinerea* fueron 42 y 13 con un porcentaje inhibitorio de 46 y 92% respectivamente. En conclusión, las 6 bacterias son un prometedor agente de biocontrol y promotor del crecimiento del maíz.

**Palabras clave:** Metabolismo de fósforo,

The use of PGPR can contribute to the reduction of chemicals and prevent human health from being compromised by the residual effect of these products. One of the main characteristics of PGPRs is that they can help in the acquisition of nutrients such as phosphorus (P) as well as biocontrol different pests. To evaluate the capacities of six PGPR bacteria to promote the early plant growth of corn plants and to biocontrol the growth of phytopathogenic fungi, tests were carried out to determine the ability of the isolates to metabolize different sources of P *in vitro*, the amplification of genes related to P metabolism, qualitative tests to determine the production of indole compounds, germination tests in a petri dish, early plant growth promotion in seedbeds and *in vitro* biocontrol tests between isolates and two phytopathogenic fungi. In results, the isolates were identified as: *Bacillus velezensis* (13), *Bacillus subtilis* (42), *Pseudomonas fluorescens* (E221), *Arthrobacter* sp. (EE12), *Rahnella* sp. (EM1) and *Serratia* sp. (EM2). Strain 13 can use all tested sources of P, in the same way as 42, E221, EM1 and EM2, strain EE12 could not use 2AEP (2-aminoethylphosphonic acid) as a source of P. E221, EM1 and EM2 presented the characteristic pink color of the production of indole compounds, unlike the rest. The highest germination of the seed when the seeds were pretreated with isolates EE12 and E221. Statistically, strains 42, EE12 and 13 reduced the size of the mycelium of *Fusarium oxysporum*. The strains that showed a greater inhibition capacity against *Botritis cinerea* were 42 and 13 with an inhibitory percentage of 46 and 92% respectively. In Conclusion, the 6 bacteria isolated from oak forests are a promising biocontrol agent and growth promoter in corn.

**Keywords:** Phosphorus metabolism, Growth

## **Obtención de plantas mutantes de *Lippia graveolens* mediante mutagénesis inducida por etilmetanosulfonato (EMS)**

### **Obtention of mutant plants of *Lippia graveolens* through induced mutagenesis by ethil methanesulfonate (EMS).**

Hernández-Zaragoza Jesús Marcelino, Castellanos-Hernández Osvaldo A., Acevedo-Hernández Gustavo J., Aarland Rayn C. y Rodríguez-Sahagún Araceli

Centro de Investigación en Biología Molecular Vegetal, Departamento de Ciencias Básicas, Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara. CP 47820, Ocotlán, Jalisco. [jesus.hzaragoza@alumnos.udg.mx](mailto:jesus.hzaragoza@alumnos.udg.mx).

Dentro de las plantas endémicas de México mas representativas se encuentra *Lippia graveolens*, un recurso forestal no maderable, miembro de la familia Verbenaceae, es un arbusto perenne de tallo leñoso con hojas puntiagudas y vellosidades densas. Es una planta con un alto valor comercial debido a las propiedades aromáticas y medicinales por su alto contenido en terpenos fenólicos: timol y carvacrol. El mejoramiento de esta planta permitirá aumentar su capacidad de explotación, así como de supervivencia y características fitoquímicas. En el presente trabajo se indujo mutación en semillas de *L. graveolens* a través de EMS y su posterior selección mediante la siembra en medio MS adicionado con polietilenglicol (PEG) como agente selectivo permitió la obtención de plantas con una mayor capacidad de recuperación en ambientes de baja disponibilidad de agua, así como mayor producción de terpenos por sobre los controles. Los resultados apuntan a una mejora significativa en las plantas resultantes, con lo que se puede deducir que el aumento en los terpenos les confiere protección contra efectos causados por el estrés hídrico, además de mejorar sus cualidades organolépticas. Las plantas con una mayor capacidad de producción de terpenos muestran una mayor adaptabilidad a ambientes con poca disponibilidad de recursos hídricos y una mayor tolerancia al estrés abiótico. El mejoramiento genético de las plantas es una necesidad creciente debido al cambio climático y a la cada vez mayor escases de agua disponible en el ambiente. En este trabajo se pudieron obtener plantas mutantes con mayor capacidad de tolerancia al estrés hídrico por sequía y una mayor producción en terpenos.

**Palabras clave:** *Lippia graveolens*, mutagénesis, etilmetanosulfonato (EMS).

Among the most representative endemic plants of Mexico is *Lippia graveolens*, belonging to the non-timber forest resources, member of the Verbenaceae family, it is a perennial bush with woody stem, pointed leaves and dense villi. It is a plant with high commercial value due to it's aromatic and medicinal properties, the ones that give it a high content of phenolic terpenes: thymol and carvacrol. The improvement of this plant will allow to increase its exploitation capacity as well as survival and phytochemical characteristics. In the present work, mutation was induced in *L. graveolens* seeds through the use of EMS at different concentrations and its later selection through the sowing in MS medium aditioned with polyethylene glycol (PEG) as a selective agent allowed the obtaining of mayor recovery capacity plants in environments with low water availability as well as a higher terpenes production so over the controls. The obtained results indicates a significant improvement in the resulting plants, with this is possible to deduce that the increase in the terpenes confers a protection against the effects caused by the hydric stress, moreover to improve it's organoleptic qualities. The plants with a high terpenes production capacity show a higher adaptabilite to a low availabilitie of hydric resources and a mayor tolerance to abiotic stress in its interaction with the environment. The genetic improvement of the plants its an increasing necessity due to the climate change and to the evermore lack of available water in the environment. In this work it was possible to obtain mutant plants with a higher tolerance capacity to hydric stress by drought and a mayor terpene production.

**Key Words:** *Lippia graveolens*, mutagenesis, ethil methanesulfonate (EMS)

## Caracterización de levaduras presentes en la elaboración de raicilla artesanal en el estado de Jalisco

### Characterization of yeasts present in the elaboration of artisanal raicilla in the state of Jalisco

Juárez Aviña Melissa<sup>1</sup>; Gómez-Leyva, Juan F.<sup>1\*</sup>; Palmeros Suárez Andrea P.<sup>2</sup>; Segura Castruita, Miguel A.<sup>1</sup>; López Muraira Irma G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TecNM-Instituto Tecnológico de Tlajomulco. Laboratorio de Biología Molecular. Km 10 Carretera a San Miguel Cuyutlán, Tlajomulco de Zúñiga, Jal. C.P.45640 <sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-CUCBA, Universidad de Guadalajara.  
E. mail: [juan.gl@tlajomulco.tecnm.mx](mailto:juan.gl@tlajomulco.tecnm.mx)

En México se producen diversas bebidas destiladas de agave, entre estas la raicilla, de reciente denominación de origen, bebida orgánica que se produce en 16 municipios de Jalisco y uno de Nayarit de acuerdo al Consejo Mexicano Promotor de la Raicilla. Según su lugar de origen se clasifica en raicilla de la costa elaborada con *Agave angustifolia* o raicilla de la sierra a partir de *A. maximiliana*. El proceso es artesanal y consiste en la jima de las piñas maduras de agave, su cocción, trituración, fermentación y destilación. La fermentación es la que brinda a la raicilla la mayoría de sus características organolépticas y bioquímicas por la acción de las levaduras, que procesan los fructanos del agave. Las levaduras que realizan la fermentación son espontáneas, por lo que en el presente trabajo se aislaron y caracterizaron levaduras presentes en etapa de fermentación para la producción de la raicilla en 6 tabernas. El aislamiento se realizó en medio YPD mas antibiótico y se registró la característica morfológica macro y microscópica, y la capacidad de fermentar fructanos. Se extrajo DNA de los aislados. Para la identificación molecular y diversidad genética se realizó PCR utilizando región ITS de DNAr, y la diversidad con el gen de la citocromo P<sub>450</sub>. Se obtuvieron 30 aislados con un promedio de 5 por taberna. Los géneros fueron: *Kluyveromyces* sp, *Rhodotorula* sp, *Saccharomyces* sp y *Pichia* sp, todas con capacidad de fermentar fructanos de agave. Se reportan por primera vez las levaduras presentes en la fermentación de raicilla artesanal.

**Palabras clave:** Agave, fermentaciones, citocromo P450, ISSR.

In Mexico, several distilled agave beverages are produced, including the raicilla, of recent denomination of origin, an organic beverage produced in 16 municipalities in Jalisco and one in Nayarit, according to the Mexican Raicilla Promotion Council. According to its place of origin, it is classified as raicilla from the coast made from *Agave angustifolia* or raicilla from the highlands, mainly from *A. maximiliana*. The process is handmade and consists of the jima of the mature agave sprouts, its cooking, crushing, fermentation and distillation. Fermentation is what gives the raicilla most of its organoleptic and biochemical characteristics through the action of yeasts, which process the agave fructans. The yeasts are spontaneous, so in the present work the yeasts present in this fermentation stage for the production of raicilla in 6 taverns were isolated and characterized. Yeast isolation was carried out in YPD medium plus antibiotic and the macro and microscopic morphological characteristics were recorded, as well as the capacity to ferment fructans. DNA was extracted from the isolates. For molecular identification and genetic diversity, PCR was performed using the ITS region of rDNA, and diversity with the cytochrome P450 gene. 30 yeast isolates were obtained, 5 per tavern. The main genera were: *Kluyveromyces* sp, *Rhodotorula* sp, *Saccharomyces* sp and *Pichia* sp., all with the ability to ferment agave fructans in ethanol production. The yeasts present in the fermentation of artisanal raicilla are reported for the first time.

**Key words:** Agave, fermentations, cytochrome P450, ISSR

## **Actividad antioxidante y protectora del daño oxidativo al DNA de un extracto caracterizado de *Tithonia diversifolia***

### **Antioxidant and DNA oxidative damage protective activity of a characterized extract of *Tithonia diversifolia***

Lepe Santana Beatriz Lizeth<sup>1\*</sup>, Gómez-Leyva Juan Florencio<sup>1\*\*</sup>, García García Maritza Roxana<sup>2</sup>, Flores Hernández Flor Yohana<sup>3</sup>, Segura Castruita Miguel Angel<sup>1</sup>, Flores Martínez Hector<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TecNM-Instituto Tecnológico de Tlajomulco. <sup>2</sup>ICB-Universidad Autónoma de Guadalajara. <sup>3</sup>UBMF-CIATEJ/CONACYT

E. mail: \*[ln.bettylepesantana@hotmail.com](mailto:ln.bettylepesantana@hotmail.com) \*\* [juan.gl@tlajomulco.tecnm.mx](mailto:juan.gl@tlajomulco.tecnm.mx)

*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) conocida como "botón de oro", familia Asteraceae, es originaria de México y centro América, valorada por su alto contenido de proteína, cerca del 25%, un elevado valor nutricional. Planta perenne con potencialidades medicinales con gran adaptación ecológica debido a la variedad de metabolitos secundarios como saponinas, taninos, cumarina, quinonas, terpenoides, fenoles y flavonoides. El objetivo de este trabajo fue caracterizar el extracto etanólico de hojas de *T. diversifolia*, y determinar capacidad antioxidante y protectora del DNA. Se realizó extracto etanólico de hoja en relación 1:10 (p/v), se determinó contenido de fenoles totales mediante método de Folin-Ciocalteu, y contenido de flavonoides empleando cloruro de aluminio. Para la capacidad antioxidante se utilizaron los métodos de DPPH, ABTS y FRAP. Se cuantificó hidrólisis del DNA plásmidico en presencia de agentes oxidantes como H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e irradiación de luz UV mas extracto. El contenido de fenólicos totales fue de 40.24 ± 1.99 mg EAG/g y 20.41 ± 2.58 mg EAQ/g de flavonoides. El extracto mostró mayor capacidad antioxidante frente al radical DPPH con 237.80 µM EAT/mg de peso seco y 92.33 µM EAT/mg de peso seco para ABTS, el poder antioxidante reductor férrico (FRAP) fue de 94.78 ± 0.38 µM EASF/mg de peso seco. Se demostró que extracto de *T. diversifolia* presenta actividad protectora del DNA a bajas concentraciones, lo que podría estar vinculado con efecto antioxidante donde los componentes del extracto reaccionan con los radicales libres para proteger el DNA del daño oxidativo. Se reporta por primera vez la capacidad del extracto etanólico de *T. diversifolia* para proteger DNA contra daño por estrés oxidativo.

**Palabras Clave:** Botón de oro, genoprotección, antioxidantes, fitoquímicos.

*Tithonia diversifolia* (Hemsl.), known as "Mexican sunflower", Asteraceae family, native to Mexico and Central America, valued for its high protein content of about 25%, a high nutritional value. It is a perennial shrub with medicinal potential that has great ecological adaptation due to the variety of secondary metabolites such as saponins, tannins, coumarin, quinones, terpenoids, phenols and flavonoids. The objective of the present work was to characterize the ethanolic extract of *T. diversifolia* leaves, to determine the antioxidant and DNA protective capacity. The ethanolic extract of leaf was made in a 1:10 (w/v) ratio and the total phenol content was determined using Folin-Ciocalteu method, the flavonoid content was determined using aluminum chloride. For antioxidant capacity, the DPPH, ABTS and FRAP methods were used. DNA protective activity was carried out by quantifying the hydrolysis of plasmid DNA in the presence of oxidizing agents such as H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and UV light irradiation plus extract. The total phenolic content was 40.24 ± 1.99 mg GAE/g and 20.41 ± 2.58 mg QAE/g of flavonoids. The extract showed higher antioxidant capacity against DPPH radical with 237.80 µM EAT/mg dry weight and 92.33 µM TAE/mg dry weight for ABTS, ferric reducing antioxidant power (FRAP) was 94.78 ± 0.38 µM EFSA/mg dry weight. *T. diversifolia* extract shows protective DNA activity at low concentrations, which could be linked to an antioxidant effect where the components of the extract react with free radicals to protect DNA from oxidative damage. We report for the first time the ability of *T. diversifolia* ethanolic extract to protect DNA against damage caused by oxidative stress.

**Key words:** Mexican sunflower, genoprotection, antioxidants, phytochemicals.



**Análisis de la expresión de genes relacionados con el reconocimiento y formación de biopelículas de *Azospirillum brasilense* en plantas de trigo (*Triticum aestivum*).**

**Analysis of the expression of genes related to the recognition and biofilms formation of *Azospirillum brasilense* in wheat plants (*Triticum aestivum*).**

Loera-Muro Abraham<sup>1</sup>, Barraza Aarón<sup>1</sup>, Caamal-Chan María Goretty<sup>1</sup>, Fierro Guerrero Erik Emmanuel<sup>3</sup>, Carrillo-García Ángel Edgardo<sup>2</sup>, Castellanos Thelma<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>CONACYT-Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, B.C.S. C.P. 23096, México. <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, B.C.S. C.P. 23096, Mexico. <sup>3</sup>Instituto Tecnológico de La Paz, Boulevard Forjadores de Baja California Sur 4720, 8 de Octubre 2da Secc, La Paz, B.C.S., C.P. 23080, Mexico.

\*E mail: tcastell@cibnor.mx

*Azospirillum brasilense* es una bacteria de vida libre que habita en la rizósfera, utilizada como inoculante con el propósito de disminuir el uso de fertilizantes químicos. Se sabe que la gran mayoría de bacterias son capaces de formar biopelículas, incluidas las bacterias de la rizósfera. Sin embargo, su desarrollo en la rizósfera es poco conocida. En este trabajo se propuso el estudio de la biopelícula de *A. brasilense* Cd (DSM 1843) durante su interacción con plantas de trigo cultivar Opata. Para ello se examinó *in vitro* la expresión de 12 genes relacionados con formación de biopelículas y los perfiles de transcritos globales durante la interacción de *A. brasilense* con raíces de trigo. Se tomó tejido de raíz previamente inoculado con *A. brasilense* en secuencia de 12 tiempos (0-72 hs). Se extrajo ARN total y se analizó expresión relativa de los genes mediante qPCR. Se analizó el transcriptoma en los primeros tiempos de la interacción (6 hs). Por qPCR, determinamos que el gen que codifica el receptor para el quórum sensing, *luxR*, mostraba una regulación negativa significativa respecto del control (estado planctónico). Por otro lado, los genes que codifican *cdgA*, *ipdC*, *galE*, *glmU*, *otsA*, *trehalosa sintasa*, *malQ*, *treY*, *phaC* y *phbC* mostraron regulación positiva significativa en diferentes momentos. En los análisis transcriptómicos determinamos 71 genes expresados diferencialmente (DEG), 67 regulados positivamente y 4 regulados negativamente. En conclusión, *A. brasilense* es capaz de establecer y formar biopelícula en raíces del trigo, y a partir de esta estructura, incrementar interacciones con su huésped.

**Palabras clave:** Biofilm, *Azospirillum brasilense*, *Triticum aestivum*, expresión génica

*Azospirillum brasilense* is a free-living bacterium that inhabits the rhizosphere, used as an inoculant with the purpose of reducing the use of chemical fertilizers. The vast majority of bacteria are known to be capable of forming biofilms, including bacteria that inhabit the rhizosphere. However, its development in the rhizosphere is little known. Therefore, in this work the study of the biofilm of the PGPR *A. brasilense* Cd (DSM 1843) during its interaction with wheat plants cultivar Opata was proposed. The differential expression of 12 genes related to biofilm formation and the global transcript profiles during the interaction of *A. brasilense* with wheat roots were examined in an *in vitro* system. Root tissue previously inoculated with *A. brasilense* was taken in a sequence of 12 times (0-72 hs). Total RNA was extracted, and the relative expression of the genes was analyzed by qPCR. The analysis of the transcriptome was carried out in the first times of the interaction (6 hs). Through transcriptional analysis by qPCR, the gene encoding the receptor for quorum sensing, *luxR*, showed a significant negative regulation with respect to the control (planktonic state). The genes encoding *cdgA*, *ipdC*, *galE*, *glmU*, *otsA*, *trehalose synthase*, *malQ*, *treY*, *phaC* and *phbC* showed significant positive regulation at different times. In transcriptomic analyzes, 71 differentially expressed genes (DEG), 67 upregulated and four downregulated. In conclusion, *A. brasilense* is capable to establish and form biofilm in wheat roots, and from this structure, increase interactions with its host.

**Keywords:** Biofilm, *Azospirillum brasilense*, *Triticum aestivum*, gene expression,

## **Efectividad de aplicación precosecha del producto bio-formulado de *Meyerozyma guilliermondii* LMA-Cp01 en el control de antracnosis en mango (*Mangifera indica* L.)**

### **Effectiveness of preharvest application of the *Meyerozyma guilliermondii* LMA-Cp01 bio-formulated product in the control of mango (*Mangifera indica* L.) anthracnose**

López-Cruz Rafael<sup>1</sup>, Ragazzo-Sánchez Juan Arturo<sup>1</sup>, Castillo-Valtierra Sergio Benigno<sup>1</sup>, Guerrero-Medina Manuel<sup>1</sup>, Calderón-Santoyo Montserrat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tepic. Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos. C.P. 63175, Tepic, Nayarit.

E mail: [mcalderon@tepic.tecnm.mx](mailto:mcalderon@tepic.tecnm.mx)

Se ha demostrado efectividad de una bio-formulación desarrollada mediante secado por aspersión de *Meyerozyma guilliermondii* LMA-Cp01 en el control poscosecha de *Colletotrichum gloeosporioides*. La infección por *C. gloeosporioides* ocurre en el campo; por lo que sería ventajoso aplicar la formulación en precosecha, previniendo la infección y desarrollo de la antracnosis en mango. El objetivo fue evaluar la aplicación precosecha de la bio-formulación de *M. guilliermondii* en el control de antracnosis en mango cv. Kent. Se evaluó la aplicación (4 aplicaciones entre floración y cosecha) de células frescas de *M. guilliermondii* [ $10^7$  UFC mL<sup>-1</sup> (L)], dos dosis:  $5 \times 10^6$  UFC mL<sup>-1</sup> (L1) y  $10^7$  UFC mL<sup>-1</sup> (L2) y el fungicida Benomilo (B) en el control de incidencia y severidad de antracnosis, y su efecto en color, pérdida de peso, SST, pH y firmeza de los frutos. Se evaluó dinámica poblacional de *M. guilliermondii* en superficie de flores y frutos en campo. Se encontraron reducciones de 63 y 70% (B), 36 y 46% (L), 70 y 84% (L1) y 75 y 88% (L2) de incidencia y severidad de antracnosis, respectivamente, de frutos almacenados por 20 días a 25°C. A 13°C de almacenamiento, se redujeron en 72 y 83% (B), 31 y 62% (L), 75 y 90% (L1) y 76 y 92% (L2) incidencia y severidad de antracnosis, respectivamente. La bio-formulación fue igual de efectiva que el fungicida químico. Las poblaciones de *M. guilliermondii* fueron mayores en flores y frutos tratados con bio-formulación de levadura microencapsulada que en células libres. No se encontró diferencia significativa entre tratamientos en parámetros de calidad en frutos. La formulación de *M. guilliermondii* LMA-Cp01 microencapsulada es una alternativa prometedora para el control de antracnosis en mango mediante aplicaciones precosecha.

The effectiveness of a spray-dried bio-formulated product based on *Meyerozyma guilliermondii* LMA-Cp01 in the post-harvest control of *Colletotrichum gloeosporioides* has been demonstrated. Infection with *C. gloeosporioides* occurs in the field, and it would be advantageous to apply the formulation in pre-harvest, preventing infection and the development of anthracnose in mango. This study aimed to evaluate the preharvest application of the formulated product of *M. guilliermondii* in the control of anthracnose in mango fruit cv. Kent. The applications (4 applications between flowering and harvest) of fresh *M. guilliermondii* cells [ $10^7$  CFU mL<sup>-1</sup> (L)], two doses:  $5 \times 10^6$  CFU mL<sup>-1</sup> (L1) and  $10^7$  CFU mL<sup>-1</sup> (L2), and the fungicide Benomilo (B) were evaluated in the control of incidence and severity of anthracnose, and its effect on the colour, weight loss, TSS, pH, and firmness of the fruits. Population dynamics of *M. guilliermondii* on flowers and fruits surfaces in the field were evaluated. Reductions of 63 and 70% (B), 36 and 46% (L), 70 and 84% (L1), and 75 and 88% (L2) of incidence and severity, respectively, on fruits stored by 20 days at 25 °C were observed. At 13°C of the store, reductions in 72 and 83% (B), 31 and 62% (L), 75 and 90% (L1), and 76 and 92% (L2) of anthracnose incidence and severity, respectively. The bioformulation was as effective as the synthetic fungicide. Populations of *M. guilliermondii* were higher on flowers and fruits treated with bioformulation of microencapsulated yeast than the free cells. No statistical differences between treatments in quality parameters of fruits were observed. The formulation of microencapsulated *M. guilliermondii* LMA-Cp01 is an alternative for the control of anthracnose on mango by preharvest applications.

## Islas génicas en genomas de rizobacterias con función contrastante en inhibición de fitopatógenos y en interacción en raíz de chile

### Gene islands in rhizobacterial genomes with contrasting function in inhibition of phytopathogens and in interaction in chili root

López-Martínez Jazmín<sup>1</sup>, De la Cruz-Rodríguez Yadira Yumiko<sup>1</sup>, Alvarado-Gutiérrez Alejandro<sup>1</sup>, Alvarado-Rodríguez Miguel<sup>2</sup>, Fraire-Velázquez Saúl<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zac. CP. 98066 <sup>2</sup>Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zac. CP.- 98066.

E mail: s fraire@uaz.edu.mx

En rizobacterias hay especies sobresalientes como agentes de biocontrol para suprimir fitopatógenos y promover crecimiento en plantas. La secuenciación genómica permite adentrarnos en los mecanismos moleculares que los caracteriza para realizar la función biológica. El objetivo aquí fue secuenciar el genoma, ensamblar, e identificar islas génicas en 4 rizobacterias con fenotipo contrastante en la inhibición de patógenos en chile y en la interacción con la planta. El genoma de cepas MS-5016, 3A-25AI, 2A-2A y 2A-2B fue secuenciado, se ensambló con SPAdes, se realizó alineamiento, y se analizó presencia de islas génicas con antiSMASH y PRISM. De la secuenciación, los genomas están entre 3.4 y 5.6 MB. La cepa 2A-2B corresponde a *Bacillus velezensis* (98.4% de identidad), mientras que 2A-2A y 3A-25AI corresponden a *Paenibacillus polymyxa* con 99.96% de identidad. Las cepas 3A-25AI, 2A-2A y 2A-2B contienen en su genoma entre 32 y 45 clústers de genes para biosíntesis de metabolitos antimicrobianos, en mayor proporción para péptidos no ribosomales (PNRs); MS-5016 posee 7 clústers. 3A-25AI comparte con 2A-2A y 2A-2B, 31 y 25 clústers de genes respectivamente; MS-5016 comparte con las otras tres cepas solo un clúster. En genomas de *P. polymyxa* se identificaron 11 clústers de genes para antibióticos, 4 compartidos entre ambos genomas y 7 divergentes. En conclusión, en 4 genomas de rizobacterias, dos cepas son *P. polymyxa*, una es *B. velezensis*, y un genoma mostró escasa identidad; 3A-25AI, 2A-2A y 2A-2B poseen y comparten hasta 31 clústers de genes para biosíntesis de metabolitos antimicrobianos; en 2 cepas *P. polymyxa* altas divergencias en estas islas génicas, mientras que MS-5016 apenas con 4 clústers y con baja similaridad.

In rhizobacteria there are outstanding species as biocontrol agents to suppress phytopathogens and promote plant growth. Genomic sequencing allows us to delve into the molecular mechanisms that characterize them to carry out the biological function. The objective of this work was to sequence the genome, assemble, align and identify gene islands in 4 rhizobacteria with contrasting phenotype in the inhibition of pathogens in chili and in the plant interaction. The genome of strains MS-5016, 3A-25AI, 2A-2A and 2A-2B was sequenced, and assembled with SPAdes, the presence of gene islands was analyzed with antiSMASH and PRISM. The results show that the genomes are between 3.4 and 5.6 MB. Strain 2A-2B corresponds to *Bacillus velezensis* with 98.4% identity, while 2A-2A and 3A-25AI correspond to *Paenibacillus polymyxa* with 99.96% identity. Strains 3A-25AI, 2A-2A and 2A-2B contain in their genome between 32 and 45 gene clusters for biosynthesis of antimicrobial metabolites, in a higher proportion for non-ribosomal peptides (PNRs); MS-5016 only has 7 clusters. The 3A-25AI strain shares 31 and 25 gene clusters with 2A-2A and 2A-2B, respectively; MS-5016 shares only one cluster with the other three strains. In genomes of *P. polymyxa* strains, 11 clusters of genes for antibiotics were identified, 4 of these shared between both genomes and 7 divergent. In conclusion, in 4 rhizobacterial genomes, 2 strains are *P. polymyxa*, one is *B. velezensis*, and one genome showed little identity; strains 3A-25AI, 2A-2A and 2A-2B possess and share up to 31 gene clusters for biosynthesis of antimicrobial metabolites, mostly for PNRs; in two *P. polymyxa* strains high divergences in these gene islands, while the MS-5016 strain only had 4 clusters and with low similarity.

**Efecto de las citocininas en la micropropagación del *Agave cupreata*****Effect of cytokinins on the micropropagation on *Agave cupreata***

Luján Díaz Osiris Paola<sup>1</sup>, Monja Mio Kelly Maribel<sup>1</sup>, Rescalvo Morales Antonio<sup>1</sup>, Sánchez Teyer Felipe<sup>1</sup>

Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Biotecnología (UBT), C.P.97205, Mérida, Yucatán, México.

E mail: [kellymabel@hotmail.com](mailto:kellymabel@hotmail.com)

*Agave cupreata* es una especie de gran importancia económica para el estado de Guerrero, ya que uno de sus principales usos es la fabricación del mezcal. Debido a su sobreexplotación, se está generando escases de la materia prima. El cultivo *in vitro* ha facilitado la producción y establecimiento de plantaciones de varias especies de agave por la vía organogénica capaces de adaptarse al campo. Sin embargo, los protocolos no son generalizados para todas las especies, por lo que es necesario el establecimiento de las condiciones de cultivo para cada fase del proceso y para cada especie. Uno de los factores que influencia en la vía organogénica es el regulador de crecimiento, sobretodo las citocininas. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de citocininas en la inducción organogénica de *A. cupreata*. Se utilizaron explantes de tejidos meristemático de plántulas de un año de edad. Se realizó una caracterización morfológica del material parental tomando en cuenta: el número de hojas, altura y diámetro de cogollo. Para la inducción *in vitro* por la vía organogénica, se realizaron un total de 16 tratamientos en medio MSB adicionado con cuatro diferentes concentraciones de las citocininas 6-bencilaminopurina (BAP) y tidiazurón (TDZ), solas y en combinación de una concentración de auxina 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) por 12 semanas. En ambas citocininas, se observó un mayor número de brotes, cuando se encontraban en presencia de la auxina 2,4-D. Sin embargo, los mejores tratamientos fueron el de 4.54  $\mu\text{M}$  TDZ + 0.113  $\mu\text{M}$  2,4-D y el de 11.1  $\mu\text{M}$  BAP + 0.113  $\mu\text{M}$  2,4-D, con 31.2 y 26 brotes/explante respectivamente. Los resultados sugieren que el tipo y la concentración de citocinina influyen en la inducción organogénica de *A. cupreata*.

**Palabras clave:** *Agave cupreata*, Organogénesis, Citocininas.

*Agave cupreata* is a species of great economic importance for the state of Guerrero since one of its main uses is the manufacture of mezcal. However, due to its overexploitation, it is generating shortages of raw material. *In vitro* cultivation has facilitated the production and establishment of plantations of various agave species by organogenic means capable of adapting to the field. However, the protocols are not generalized for all species, so it is necessary to establish the culture conditions for each phase of the process. One of the factors that influence the organogenic pathway is the growth regulator, especially cytokinins. The present study aimed to evaluate the effect of cytokinins on the organogenic induction of *A. cupreata*. In this work, we used as explants meristematic tissues from one-year-old plants. Morphological characterization of the parent material was performed, taking into account: the number of leaves, height, and diameter of the stem. For *in vitro* induction by the organogenic route, a total of 16 treatments were carried out in MSB medium (modified Murashige and Skoog medium) added with four different concentrations of the cytokinins 6-benzyl amino purine (BAP) and thidiazuron (TDZ), alone and in the combination of a concentration of auxin 2,4-dichlorophenoxyacetic (2,4-D) for 12 weeks. The combination of auxin 2,4-D with both cytokinins allowed a greater production of shoots in the different treatments. However, the best treatments were 4.54  $\mu\text{M}$  TDZ + 0.113  $\mu\text{M}$  2,4-D and that of 11.1  $\mu\text{M}$  BAP + 0.113  $\mu\text{M}$  2,4-D, with 31.2 and 26 shoots/explant respectively. The results suggest that the type and concentration of cytokinin influence the organogenic induction of *A. cupreata*.

**Key words:** *Agave cupreata*, Organogenesis, Cytokinins.

## Hongos endófitos para contrarrestar la marchitez de plantas de plátano

### Endophytic fungi to counteract the banana wilt

Maldonado-Bonilla Luis David<sup>1,2,\*</sup>, Zárate Ortiz Aneliz<sup>1</sup>, Villarruel-Ordaz José Luis<sup>1</sup>, Sánchez Espinosa Ana Claudia<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Genética, Universidad del Mar campus Puerto Escondido. 71980, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca. <sup>2</sup>Catedrático CONACYT  
E mail: [maldonado@zicatela.umar.mx](mailto:maldonado@zicatela.umar.mx)

La marchitez causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*) ha sido históricamente la principal causa de pérdidas en la producción de bananas y plátanos a nivel mundial. Este problema se ha acentuado recientemente por la emergencia de la "Raza Tropical 4", que es más agresiva y causa enfermedad en los cultivares resistentes que son los más comercializados globalmente. México ha incrementado su producción y exportación de plátanos, por lo que estrategias de control biológico de la marchitez son necesarias para garantizar el suministro de estos frutos. Objetivo: Identificar hongos endófitos antagonistas de *Foc*. Resultados: Se obtuvieron aislamientos de hongos a partir de tejido de plantas con síntomas de marchitez y de plantas sanas de plátano de la costa de Oaxaca. Encontramos una cepa que mostró antagonismo *in vitro* contra 5 aislados locales de *Foc*. La secuenciación de 3 marcadores, así como su análisis morfológico definen a especie como *Trichoderma harzianum*. Se demostró que esta cepa brinda protección a plantas co-inoculadas con *Foc* y limita el crecimiento en suelo de este fitopatógeno. A pesar del efecto protector en plantas de plátano, no fue posible demostrar su crecimiento endófito, el cual sí se detectó en plantas de jitomate, aunque con efectos deletéreos. También se aislaron 3 cepas del género *Talaromyces*, las cuales producen moléculas pequeñas difusibles que inhiben el crecimiento *in vitro* de *Foc*. Hemos secuenciado 3 marcadores filogenéticamente informativos, sugiriéndose que son una nueva especie. Conclusión: Estos resultados ilustran la viabilidad de buscar hongos endófitos como un primer paso para encontrar microorganismos nativos para producir nuevas formulaciones de control biológico para proteger a cultivos propios de climas tropicales.

**Palabras clave:** *Trichoderma*, *Talaromyces*, biocontrol

The wilt caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*) has been historically the main cause of losses in production of bananas and plantains. This problem has been recently enhanced due to the emergence of the Tropical Race 4, which is more aggressive and causes disease in resistant cultivars. Mexico has increased its production and export of bananas, thus, strategies of biological control towards *Fusarium* wilt are necessary to guarantee the fruits supply. Objective: Identify endophytic fungi antagonist of *Foc*. Results: We obtained fungal isolates from symptomatic and healthy tissue from banana plant growing in the coast of Oaxaca. We found a strain that showed *in vitro* antagonism towards local isolated of *Foc*. The sequencing of 3 markers as well as morphological analysis define the species as *Trichoderma harzianum*. This strain protects plants co-inoculated with *Foc* and limits the growth of this pathogen in soil. In spite of the protective effect in banana plants, it was not possible to demonstrate its endophytic growth, which it was detected in tomato plants although was accompanied with deleterious effects. Three strains of *Talaromyces* were isolated, they produce diffusible small molecules that inhibit the *in vitro* growth of *Foc*. The sequencing of 3 phylogenetically informative markers suggest they belong to a new species. Conclusion: These results illustrate the viability to search for endophytic fungi as a first step to find native microorganisms to produce novel formulations of biological control to protect crops adapted to tropical climates.

**Keywords:** *Trichoderma*, *Talaromyces*, biocontrol

## Evaluación de la actividad antagonista de actinomicetos aislados de suelos cafetaleros contra hongos fitopatógenos

### Evaluation of the antagonistic activity of actinomycetes isolated from coffee soils against phytopathogenic fungi

Mardueño Aguilar María Verónica, Gómez-Leyva Juan Florencio\*

Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Tlajomulco. Laboratorio de Biología Molecular. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco CP 45640.

E mail: [juan.g@tlajomulco.tecnm.mx](mailto:juan.g@tlajomulco.tecnm.mx)

En México, el cultivo de *berries* y café orgánico se encuentra en auge, con un importante impacto benéfico en la economía de los productores. El uso exclusivo de productos biológicos para el control de plagas y enfermedades en estos cultivos, genera una oportunidad para el desarrollo de nuevos biofungicidas de origen microbiano, donde los actinomicetos presentan potencial para el biocontrol de hongos. El objetivo de este estudio fue aislar actinomicetos y determinar la producción de enzimas extracelulares como celulasas, quitinasas, producción de indoles y solubilización de fosfato, así como determinar su actividad antagonista contra hongos fitopatógenos. Se realizó aislamiento de los microorganismos de la rizósfera del café en dos comunidades de la Sierra de Manantlán, Jalisco, utilizando el medio ISP2. Se realizó un análisis macroscópico identificando las características fenotípicas como estructuras filamentosas, ramificadas, rocosas, parastian. Se eligieron 100 aislamientos con los cuales se realizó el estudio. Los resultados demostraron que cinco aislamientos produjeron indoles con un promedio de 60 µg/ml, mientras que cualitativamente 33 aislamientos mostraron actividad de celulasas, 10 quitinasa y 15 solubilizaron fosfato de calcio. En relación a la actividad biocontroladora a fitopatógenos el 18 % de los aislamientos mostraron actividad antagonista en confrontación dual contra los fitopatógenos de arandano *Pestalotiopsis vaccinii* y *Fusarium oxysporum* en un 60 a 100% respectivamente. Estos hallazgos demostraron el potencial de estas cepas como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal así como de control biológico en *berries*.

**Palabras clave:** Antagonismo, Actinomicetos, *Pestalotiopsis sp*, *Fusarium oxysporum*.

In Mexico, the growing of berries and organic coffee is booming, with an important beneficial impact on the economy of farmers. The exclusive use of biological products for pest and disease control in these crops generates an opportunity for the development of new biofungicides of microbial origin, where actinomycetes have great potential for fungal biocontrol. The aim of this study was to isolate actinomycetes and to terminate the production of extracellular enzymes such as cellulases, chitinases, indoles production and phosphate solubilization, as well as to determine their antagonistic activity against phytopathogenic fungi. The microorganisms were isolated from the coffee rhizosphere in two communities of the Sierra de Manantlán, Jalisco, using ISP2 medium. Subsequently, a macroscopic analysis was performed, identifying phenotypic characteristics such as filamentous, branched, rocky, and parastian structures. A total of 100 isolates were selected for the study. The results showed that five isolates produced indoles with an average of 60 µg/ml, while qualitatively 33 isolates showed cellulase activity, 10 chitinase and 15 solubilized calcium phosphate. In relation to biocontrol activity against phytopathogens, 18 % of the isolates showed antagonistic activity in dual confrontation against the blueberry phytopathogens as *Pestalotiopsis vaccinii* and *Fusarium oxysporum* in 60 to 100% respectively. These findings demonstrated the potential of these strains as plant growth promoting rhizobacteria and biological control in berries.

**Key words:** Antagonism, Actinomycetes, *Pestalotiopsis sp*, *Fusarium oxysporum*

## Caracterización del microbioma cultivable del néctar floral del aguacate *Persea americana* y su actividad antagónica

### The culturable microbial community from avocado floral nectar and its antifungal activity

Alfonso Méndez-Bravo<sup>1</sup>, Indira Aranza Rodríguez-Gómez<sup>1,2</sup>, Frédérique Reverchon<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>CONACYT - Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia, LANASE, Universidad Nacional Autónoma de México, 58190 Morelia, Michoacán. <sup>2</sup>Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58030 Morelia, Michoacán. <sup>3</sup>Red de Estudios Moleculares Avanzados, Centro Regional del Bajío, Instituto de Ecología, A.C., 61600 Pátzcuaro, Michoacán.

E mail: amendezbravo@enesmorelia.unam.mx

Los microorganismos asociados con las plantas condicionan de manera directa o indirecta su productividad y salud. El estudio de la composición e interacciones entre estos microbiomas con su medio proporcionan información para el entendimiento y manejo ambientalmente amigable de enfermedades en los agroecosistemas. La microbiota de los órganos florales contribuye con la salud y éxito reproductivo, y en comparación con otros microbiomas vegetales (microbiota de la rizósfera, filósfera y endófita), es única en términos de diversidad estructural y funcional. El néctar floral, al tener una composición química altamente rica en carbohidratos, aminoácidos y metabolitos secundarios complejos, constituye un microambiente con diversidad microbiana particular que contribuye a la protección de los órganos reproductivos contra algunos patógenos, y es responsable de producir compuestos volátiles atrayentes de insectos benéficos. En este estudio caracterizamos la diversidad de bacterias y levaduras cultivables del néctar floral de árboles de aguacate y su efecto antagónico contra dos patógenos del cultivo, *Phytophthora cinnamomi* y *Colletotrichum gloeosporioides*. Se obtuvieron 43 morfotipos bacterianos y levaduriformes; de estos, al menos 20 inhibieron significativamente el crecimiento *in vitro* de los patógenos mediante la secreción de compuestos difusibles o la emisión de volátiles. El género *Pseudomonas* y algunas actinobacterias como *Curvobacterium*, *Streptomyces* y *Dietzia* resultaron dominantes en la comunidad microbiana cultivable. Este escrutinio permitió aislar microorganismos promisorios para el control biológico de enfermedades que afectan los órganos florales del aguacate y su posible atracción de insectos benéficos para el cultivo.

**Palabras clave:** agroecosistema, microbiota, néctar floral, antagonismo microbiano,

Plant-associated microorganisms directly or indirectly influence the productivity and health of their hosts. Studying the composition and interactions of plant microbiomes with their environment provides information for the understanding and the eco-friendly management of diseases in agroecosystems. The microbiota of floral organs contributes to the plant reproductive health and success, and compared to other plant microbiomes (rhizosphere, phyllosphere, and endophytic microbiota), it is unique in terms of its structural and functional diversity. The floral nectar, having a chemical composition highly rich in carbohydrates, amino acids and various complex secondary metabolites, constitutes a microenvironment with a particular microbial diversity that contributes to the protection of the reproductive organs against some pathogens, and is responsible for producing volatile compounds acting as attractants of beneficial insects. In this study, we characterized the diversity of bacteria and culturable yeasts of the floral nectar of avocado trees and evaluated their antagonistic effect against two avocado pathogens, *Phytophthora cinnamomi* and *Colletotrichum gloeosporioides*. In total, 43 bacterial and yeast morphotypes were obtained, of which at least 20 significantly inhibited the *in vitro* growth of pathogens through the secretion of diffusible compounds or microbial volatiles. The genus *Pseudomonas* and some actinobacteria such as *Curvobacterium*, *Streptomyces* and *Dietzia* were dominant in the culturable microbial community. This screening allowed isolating promising microorganisms for the biological control of some diseases that affect the avocado flower organs and with possible attraction to beneficial insects for the crop.

**Key words:** agroecosystem, microbiota, floral nectar, microbe antagonism, *Phytophthora*

## **Caracterización morfológica y fisiológica durante la pre y aclimatización de plantas germinadas *in vitro* de *Agave cupreata***

### **Morphological and physiological characterization during the pre- and acclimatization of germinated plants *in vitro* of *Agave cupreata***

Morales Moreno Kely Arleth<sup>1</sup>, Monja Mio Kelly Maribel<sup>1</sup>, Rescalvo Morales Antonio<sup>1</sup>, Sánchez Teyer Felipe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Biotecnología (UBT), C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México.

E mail: [kellymabel@hotmail.com](mailto:kellymabel@hotmail.com)

*Agave cupreata*, es una especie endémica de los estados de Guerrero y Michoacán, cuya reproducción es estrictamente sexual. Debido al incremento de la producción de mezcal, esta especie es depredada, afectando sus poblaciones naturales. La micropropagación *in vitro* es una alternativa para la obtención de plantas, sin acabar con las poblaciones silvestres. Una de las fases de la micropropagación, es la aclimatización de plántulas en condiciones *ex vitro*. Las plántulas *in vitro* sufren un cambio drástico dentro de su fisiología y morfología. Este trabajo tiene como objetivo, evaluar el efecto del uso de contenedores ventilados como una pre-aclimatización previo a la aclimatización. Se utilizaron plántulas germinadas y mantenidas en condiciones *in vitro*, por 4 meses. En la fase de pre-aclimatización se utilizaron contenedores ventilados y como control el contenedor habitual, no ventilado. Se evaluaron dos tiempos de pre-aclimatización: 23 y 45 días, pasado este tiempo las plántulas fueron colocadas en condiciones *ex vitro* durante dos meses. Se determinaron parámetros morfológicos como: incremento de tamaño de plántula, incremento en número de hojas, área foliar y morfología estomática. Los parámetros fisiológicos evaluados fueron densidad estomática, índice estomático y contenido de clorofilas. Los resultados mostraron que durante la pre-aclimatización de 45 días, las plántulas sufrieron deshidratación. En ambos tiempos de pre-aclimatización *in vitro* se observó una deposición de ceras epicuticulares sobre hojas. La densidad estomática en condiciones *in vitro* fue similar en lados adaxial y abaxial, sin embargo en contenedores ventilados se observó estomas cerrados. Durante la aclimatización, el porcentaje de sobrevivencia fue mayor en las plántulas pre-aclimatadas por 23 días que las pre-aclimatadas por 45 días.

**Palabras clave:** agave, pre-aclimatización, aclimatización.

*Agave cupreata* is an endemic species from Guerrero and Michoacán, whose reproduction is strictly sexual. Due to the increment of mezcal production, its natural population is affected. In this sense, the micropropagation *in-vitro* becomes an alternative to cultivate the plants without endangering the wild population. One of the most critical phases of micropropagation is the acclimatization of the seedlings under *ex-vitro* conditions. In this phase, *in-vitro* seedlings undergo a drastic change in their physiology and morphology. This work aims to evaluate the effect of using ventilated containers as pre-acclimatization before the acclimatization phase, using *in-vitro* germinated seedlings as explants, in two cultivation times, 23 and 45 days; having to control the non-ventilated container. After this period, the plants were for two months in greenhouse conditions. Morphological characterization of the plants during the pre and acclimatization, such as the increase in the plants' size, leaf growth, leaf area, and stomatal morphology, was performed. The physiologic parameters evaluated were: stomatic density, stomal index, and chlorophyll content. The results showed that the plantlets suffered dehydration in containers ventilated during the pre-acclimatization phase for forty-five days. The leaves presented a deposition of epicuticular waxes over them in both periods of pre-acclimatization *in-vitro*. The stomatal density under *in-vitro* conditions was similar for both sides (adaxial and abaxial); however, there were more closed stomata in ventilated containers. During the acclimatization phase, the survival percentage was higher in the pre-acclimatized seedlings during the twenty-three-day period than in the forty-five-day period.

**Key words:** agave, pre-acclimatization, acclimatization.



## **Efecto de hongos micorrizicos arbusculares en el crecimiento vegetal de agave pulquero (*Agave salmiana*) bajo condiciones de invernadero**

### **Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the plant growth of agave pulquero (*Agave salmiana*) under greenhouse**

Niniz-Pedroza Christian Iran<sup>1</sup>, Quiñones-Aguilar Evangelina Esmeralda<sup>1</sup>, García-Roa Nancy<sup>1</sup>, López-Pérez Luis<sup>2</sup>, Rincón-Enríquez Gabriel<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Fitopatología, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. C.P. 45019, Zapopan, Jalisco. <sup>2</sup>IIAF, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, C.P. 58880, Tarímbaro, Michoacán.

\*E mail: [grincon@ciatej.mx](mailto:grincon@ciatej.mx)

El agave pulquero y otras especies de agave son utilizados para la producción de bebidas alcohólicas como el pulque, el cual al ser sembrado a gran escala requiere la utilización de agroquímicos, provocando daños al ambiente. Una alternativa es el empleo de hongos micorrizicos arbusculares (HMA), que aportan nutrientes para el crecimiento y desarrollo de las plantas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de HMA en el crecimiento de *A. salmiana*. Se realizó un experimento en bloques al azar con ocho tratamientos con 10 repeticiones: tres consorcios micorrizicos nativos aislados de rizosfera de *A. cupreata* de Michoacán (BN, CM, PA); *Rhizophagus intraradices*; MicoMáxima; EndoMáxima (EM); *Funneliformis mosseae* y un testigo sin HMA. Después de 270 días en condiciones de invernadero se evaluaron variables de crecimiento: número de hojas, diámetro de roseta y área foliar. Los datos fueron analizados con análisis de varianza y Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Se encontraron diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) en las variables de crecimiento en las plantas con HMA con respecto al control sin HMA. Las plantas de agave inoculadas con los consorcios nativos BN y PA mostraron el mayor número de hojas (7 hojas). El consorcio BN y EM mostraron el mayor diámetro de roseta con aumento de más del 250% en comparación con el testigo, estos tratamientos presentaron la mayor área foliar con un incremento de más del 1000% respecto al testigo sin HMA. Se concluye que el empleo de HMA promueven el crecimiento de *A. salmiana*, por lo cual los HMA podrían ser una opción biotecnológica como biofertilizantes para emplearse en el proceso de producción agrícola del agave pulquero.

**Palabras clave:** consorcio de HMA, pulque.

Pulquero agave and other agave species are used to produce alcoholic beverages such as pulque, which, when planted on a large scale, requires the use of agrochemicals, causing damage to the environment. An alternative to is the use of microorganisms such as arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), which provide nutrients for plant growth and development. The objective of this study was to evaluate the effect of AMF on the growth of *A. salmiana*. A randomized block experiment was carried out with eight treatments with 10 repetitions: three native mycorrhizal consortia isolated from the rhizosphere of *A. cupreata* from Michoacán (BN, CM, PA); *Rhizophagus intraradices*; MicoMaxima; EndoMáxima (EM); *Funneliformis mosseae* and a control without AMF. After 270 days of establishing the experiment in greenhouse; growth variables were evaluated: number of leaves, rosette diameter and leaf area. The data were analyzed by means of a variance analysis and Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Significant differences (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) were found in the growth variables in the plants with AMF compared to the control without AMF. The agave plants inoculated with the native BN and PA consortia showed the highest number of leaves (7 leaves). The BN and EM consortium showed the largest rosette diameter with an increase of more than 250% compared to the control without inoculation of the fungi, likewise these treatments presented the largest leaf area with an increase of more than 1000% compared to the control without AMF. It is concluded that the use of AMF promotes the growth of *A. salmiana*, which is why AMF could be a biotechnological option as biofertilizers to be used in the agricultural production process of agave pulquero.

**Key words:** AMF consortium, biofertilizers, arbuscular mycorrhizal fungi, pulque,

## **Estudio del efecto de rizobacterias nativas sobre el desarrollo y metabolismo secundario de *Lippia graveolens***

### **Study of the effect of native rizobacteria on the growth and secondary metabolism of *Lippia graveolens***

Olivares-Terrones Ruben Antonio<sup>1</sup>, Rodríguez-Sahagún Araceli<sup>1</sup>, Aarland Rayn Clarenc<sup>1</sup>, Castellanos-Hernández Osvaldo Adrian<sup>1</sup>, Acevedo-Hernández Gustavo Javier<sup>1</sup>.

Centro de Investigación en Biología Molecular Vegetal, Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara. 47810, Ocotlán, Jalisco.

E mail: ruben.olivares@alumnos.udg.mx

El orégano mexicano es una planta medicinal con múltiples propiedades de interés para industrias alimentaria y cosmética, y es usada como condimento y en la medicina tradicional. Esta planta se explota a partir de poblaciones silvestres por lo que el conocimiento y tecnología para su cultivo es escaso. El uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal son una alternativa para obtener mejores rendimientos. Se seleccionaron 3 cepas de bacterias nativas aisladas de rizosfera de *Lippia graveolens* y se inocularon plántulas con las 3 cepas en individual y en combinación para evaluar su efecto en el desarrollo y producción de metabolitos secundarios. Cuatro meses después se evaluaron parámetros de crecimiento: altura de rama más alta, número de yemas laterales activadas y diámetro del tallo en la base. Se realizó extracto en metanol a hojas de plantas tratadas y se evaluó contenido de fenoles y flavonoides y capacidad antioxidante. Para medir terpenos se realizó una extracción ácido-base con hexano a partir del extracto en metanol. Se observó una tendencia positiva en altura y diámetro del tallo en plantas inoculadas con respecto al control y una mejora general en el desarrollo, aumento en lignificación de tallos de plantas inoculadas y aparición de flores en algunas. No se observó diferencia significativa en los parámetros fitoquímicos incluyendo contenido de terpenos. Esto podría resultar en incremento en rendimiento por aumento en biomasa a pesar de que no se observó diferencia en contenido de los metabolitos secundarios en las hojas.

**Palabras clave:** Orégano Mexicano, metabolitos secundarios, RPCV.

Mexican oregano is a medicinal plant with many interesting properties to industries such as food and cosmetics, and also used as spice and in herbalism. This plant is commonly harvested from wild populations, thus the knowledge and technology for its culture is scarce, and the use of plant growth promoting rhizobacteria is an option for increasing yields in commercial exploitation. Three strains previously isolated from the rhizosphere of *Lippia graveolens* were selected and inoculated alone or in combination in order to evaluate their effect on development and production of secondary metabolites. Four months later growth parameters were evaluated: height of the highest shoot, number of activated lateral shoots and basal stem diameter. A methanolic extract was obtained from leaves of treated plants and the content of phenolics, flavonoids as well as the antioxidant capacity, were evaluated. An hexane acid-base extraction was carried out from the methanolic extract in order to measure terpene content. A positive tendency was observed for the variables of height and stem diameter on inoculated plants compared to untreated control, as well as a general enhancement of plant development, such as a higher lignification and early flowering in some of the treated plants. On the other hand, no significant difference was observed for any of the phytochemicals evaluated, including terpene content. This may result on a higher yield due to biomass increase despite no difference was observed in the content of the main secondary metabolites in leaves.

**Key words:** Mexican oregano, secondary metabolites, PGPR.

## Uso de thidiazuron (TDZ) para la micropropagación de *Phalaenopsis* spp

### Use of thidiazuron (TDZ) for the micropropagation of *Phalaenopsis* spp.

ParisMoreno Rivas Laura Lucia<sup>1</sup>, Zamora Quimiz Erika Vanessa<sup>1</sup>, Medina Litardo Reina Concepción<sup>1</sup>, Pérez Almeida Iris Betzaida<sup>2</sup>

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil. Guayaquil. Ecuador EC090514. Centro de Estudios para el Desarrollo Sostenible (CEDS). Universidad ECOTEC. Samborondón. Ecuador EC091650

E mail: [iperez@ecotec.edu.ec](mailto:iperez@ecotec.edu.ec)

Ecuador es reconocido por presentar una gran diversidad de orquídeas. *Phalaenopsis* es una epífita cultivada para el corte de flores y como ornamental. Su multiplicación vegetativa es lenta y laboriosa, y las semillas botánicas expresan amplia variabilidad fenotípica, poco uniforme en sus características. La propagación *in vitro* es una alternativa tanto para su multiplicación como su conservación. El objetivo de esta investigación fue evaluar el uso del Thidiazuron (TDZ) en la inducción de brotes en la micropropagación de *Phalaenopsis*. Se establecieron cuatro tratamientos aplicando dosis de 0; 0,25; 0,5; 1,5 mg. L<sup>-1</sup> TDZ en medio de cultivo Murashige-Skoog esterilizado, suplementado con vitaminas de Morel; cisteína (0,3 mg. L<sup>-1</sup>); sacarosa (30 g); gentamicina 20 mg; Phyton 4 gotas y solidificado con Phytigel 2,2 g. L<sup>-1</sup> usando un diseño completamente al azar con 7 repeticiones, para la siembra de los explantes consistentes en yemas axilares de la vara floral. 90 días después de la siembra se evaluaron: número de brotes, número de hojas, longitud de hoja y diámetro de hoja. Se encontró que con la dosis de TDZ de 0.25 mg. L<sup>-1</sup> se obtuvo el mayor número de brotes, con media de 3. Esta dosis estimuló el mayor número de hojas y longitud, produciendo una media de 5 hojas y 3.86 mm respectivamente; la dosis de 0,5 mg. L<sup>-1</sup> presentó el mayor diámetro de hojas con un promedio de 5,76 mm. Los resultados mostraron que fue posible establecer *in vitro* yemas axilares del escapo floral de esta orquídea, mediante rigurosa selección del material vegetativo inicial, desinfección, preparación de medios de cultivos adicionando TDZ y siembra aséptica. Se concluye que el TDZ estimula la proliferación de brotes axilares, favoreciendo el proceso de multiplicación vegetativa de *Phalaenopsis*.

**Palabras claves:** citocinina, orquídeas, cultivo *in vitro*, multiplicación asexual.

Ecuador is known for harboring a great diversity of orchids. *Phalaenopsis* is an epiphyte cultivated for cutting flowers and as an ornamental. Its vegetative multiplication is slow and laborious, while botanical seeds express wide phenotypic variability, not very uniform in their characteristics. *In vitro* propagation appears as a convenient alternative both for its multiplication and its conservation. The objective of this research was to evaluate the use of Thidiazuron (TDZ) in the shoot induction during the micropropagation of *Phalaenopsis*. Four treatments were established applying doses of 0; 0.25; 0.5; 1.5 mg. L<sup>-1</sup> TDZ in sterilized Murashige-Skoog culture medium, supplemented with Morel's vitamins; cysteine (0.3 mg. L<sup>-1</sup>); sucrose (30 g); gentamycin 20 mg; 4 drops of Phyton and solidified with Phytigel 2.2 g. L<sup>-1</sup> using a completely randomized design with 7 repetitions, for the planting of the explants consisting of axillary buds of the flower rod. Ninety days after sowing the variables number of shoots, number of leaves, leaf length (mm) and leaf diameter (mm) were evaluated. It was found that with the TDZ dose of 0.25 mg. L<sup>-1</sup> the highest number of shoots was obtained, with a mean of 3. This dosage also stimulated the greatest number of leaves and length, producing an average of 5 leaves and 3.86 mm respectively; while the dose of 0.5 mg. L<sup>-1</sup> presented the largest diameter of leaves with an average of 5.76 mm. The results showed that it was possible to establish *in vitro* axillary buds of the floral scape of this orchid, through a rigorous selection of the initial vegetative material, disinfection, preparation of culture media adding TDZ and aseptic seeding. It is concluded that TDZ stimulates the proliferation of axillary shoots, favoring the vegetative multiplication process of *Phalaenopsis*.

**Keywords:** cytokinin, orchids, *in vitro* culture, asexual multiplication.

## **Evaluación de la aplicación de un extracto de alga marina (*Padina gymnospora*) para generar tolerancia en jitomate (*Solanum lycopersicum*) sometido a estrés salino**

### **Evaluation of the application of a seaweed extract (*Padina gymnospora*) to generate tolerance in tomato (*Solanum lycopersicum*) under salt stress**

Perales Terán Itzel Dení, Sánchez Hernández Carla, Hernández Herrera Rosalba Mireya, Palmeros Suárez Paola Andrea

Laboratorio de Marcadores Moleculares, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.

E-mail: itzel.perales@alumnos.udg.mx

La alta salinidad en los suelos de uso agrícola es uno de los principales efectos negativos del cambio climático que amenazan la productividad y calidad de los cultivos. En este estudio, se investigó el efecto de la aplicación de un extracto acuoso (0.2 % w/v) del alga marina *Padina gymnospora* sobre plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum*) sometidas a estrés salino. Para ello, se realizó el análisis de expresión de genes relacionados con la respuesta a sal, así como la cuantificación de prolina, azúcares reductores, flavonoides, polifenoles y capacidad antioxidante del tejido foliar. Los tratamientos consistieron en plantas tratadas con y sin extracto de alga, sometidas o no a estrés salino (10.14 ds/m<sup>2</sup> en promedio). El perfil de expresión realizado mediante RT-qPCR, reveló un incremento en los niveles de expresión de los genes *SIHB7*, *SISOD*, *SIRD29*, *SIDRA1*, *SIAOX* y *SIHKT1* en el tejido foliar de las plantas tratadas con extracto algal y expuestas a estrés. En este mismo tratamiento, se observó un mayor contenido de prolina y azúcares reductores, así como un incremento en la cantidad de flavonoides, polifenoles y capacidad antioxidante del tejido foliar. Nuestros resultados sugieren que el extracto de *P. gymnospora* puede generar la tolerancia al estrés salino en jitomate a través de la inducción de genes relacionados con respuesta a estrés salino por diferentes vías de señalización y mediante la captación de las especies reactivas de oxígeno.

**Palabras clave:** estrés salino, jitomate, *Padina gymnospora*.

The high salinity in soils for agricultural use is one of the main negative effects of climate change that threatens the productivity and quality of crops. In this study, we investigated the effect of the application of an aqueous extract (0.2 % v/v) of the seaweed *Padina gymnospora* on tomato plants (*Solanum lycopersicum*) exposed to salt stress. For this, the expression analysis of stress-related genes was carried out, as well as the quantification of proline, reducing sugars, flavonoids, polyphenols, and antioxidant capacity of the leaf tissue. The treatments consisted of plants treated with and without algae extract, subjected or not to salt stress (10.14 ds/m<sup>2</sup> on average). The expression profile analyses by RT-qPCR, revealed an increase in the expression levels of the genes *SIHB7*, *SISOD*, *SIRD29*, *SIDRA1*, *SIAOX* and *SIHKT1* in the leaf tissue of plants treated with algal extract and exposed to stress. In this same treatment, a higher content of proline and reducing sugars was observed, as well as an increase in the amount of flavonoids, polyphenols and antioxidant capacity of the leaf tissue. Our results suggest that *P. gymnospora* extract can generate tolerance to salt stress in tomatoes through the induction of genes related to salt stress response by different signaling pathways and by enhancing reactive oxygen species scavenging ability.

**Keywords:** salt stress, tomato, *Padina gymnospora*.

## Identificación de bacterias antagonistas a *Hemileia vastatrix*, causante de la roya del café.

### Identification of antagonistic bacteria to *Hemileia vastatrix*, which causes coffee rust.

Pérez Bautista Yareli<sup>1</sup>, Méndez-Bravo Alfonso<sup>2</sup>, Reverchon Frédérique<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> ENES Morelia. Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional Autónoma de México. 58190. Morelia, Michoacán. <sup>2</sup> ENES Morelia. Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica.

Universidad Nacional Autónoma de México. 58190. Morelia, Michoacán. <sup>3</sup> Red de estudios Moleculares Avanzados. Centro regional del Bajío, Instituto de Ecología, A.C., 61600 Pátzcuaro, Michoacán.

E mail: amendezbravo@enes.unam.mx

El café es considerado como una de las bebidas más populares del mundo; la producción de este grano es una actividad con alto impacto social y económico. La producción se ha visto afectada por una enfermedad muy destructiva, la roya del cafeto, causada por el hongo biótrofo *Hemileia vastatrix*. El control convencional de esta enfermedad se basa en la aplicación de formulaciones químicas, y sustitución por variedades resistentes. En este contexto, se plantea la necesidad de desarrollar nuevas estrategias para el manejo de la enfermedad. El objetivo de este estudio fue evaluar *in vitro* la actividad antagónica de bacterias asociadas a la filósfera de café (*Coffea arabica*) con síntomas de roya contra *H. vastatrix*. La colecta de material biológico se realizó en los Estados de Oaxaca y Veracruz, y se aislaron bacterias provenientes de áreas foliares sin daño evidente y con daño evidente, respectivamente. Se obtuvieron 35 aislados que inhibieron de manera significativa la germinación de esporas de *H. vastatrix* a las 36 horas de estar en contacto, con porcentajes de inhibición de la germinación de hasta 76.47% en el caso de bacterias provenientes de áreas con daño de roya, y de 50% para bacterias aisladas de áreas foliares sin síntomas visibles. Este trabajo enfatiza la importancia de la microbiota asociada al plano filosférico, particularmente de áreas con síntomas de roya para la mitigación del impacto de *H. vastatrix*.

**Palabras Clave:** *Coffea arabica*, Control biológico, Filósfera.

The coffee is considered as one of the most popular drinks in the world; This crop has a heavy nationwide social and economic impact. It's production has been threatened by a very destructive illness, the coffee rust, caused by the biotroph fungus *Hemileia vastatrix*. Conventional management of this disease is based on the application of chemicals and the plants substitution by more resistant ones. In this context, the necessity of new strategies for illness management is needed. The goal of this study was to evaluate *in vitro* the antagonistic activity of bacteria related to coffee (*Coffea arabica*) philosopher with rust symptoms *H. vastatrix*. Biological material has been collected from different states as Oaxaca and Veracruz and bacteria from foliar damage without evident damage and with evident damage was isolated. 35 isolated were obtained that inhibit significantly *H. vastatrix* spore germination after 36 hours of being in contact, with inhibition percentages up to 76.47% on bacteria with rust damage and 50% for isolated bacteria from foliar areas with no evident damage. This work emphasizes the importance of microbiota linked to philosophical plane, particularly on areas with rust symptoms for mitigation impact of *H. vastatrix*.

**Keywords:** *Coffea arabica*, Biological Control, Philosphere.

**Efecto de los extractos de algas marinas (*Padina arborescens* y *Sargassum liebmannii*) sobre el crecimiento de plántulas de frijol mungo (*Vigna radiata*)****Effect of seaweed extracts (*Padina arborescens* and *Sargassum liebmannii*) on the growth of mungo bean (*Vigna radiata*)**

Pinto Pichardo Juan Pablo<sup>1</sup>, Hernández Herrera Rosalba Mireya<sup>1</sup>, Muñoz Ochoa Mauricio<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Botánica y Zoología, Laboratorio de Biotecnología en Investigación, Univesidad de Guadalajara, C.P.45200, Guadalajara, Jalisco, México. <sup>2</sup> Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Departamento de Desarrollo de Tecnologías, Instituto Politécnico Nacional, C.P. 23096, La Paz, Baja California Sur.

E mail: [Juan.ppichardo@alumnos.udg.mx](mailto:Juan.ppichardo@alumnos.udg.mx)

Se sabe que las algas pardas contienen gran cantidad de compuestos químicos como polisacáridos que pueden ser utilizados en el sector agrícola, principalmente como bioestimulante de crecimiento de las plantas. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de los extractos algales enriquecidos en polisacáridos (EEP) en la germinación y el crecimiento en plántulas de frijol mungo. Para la obtención de los extractos se utilizó la metodología de Hernández-Herrera et al., 2016. Los bioensayos de germinación y crecimiento del frijol mungo se realizaron con la metodología de Castellanos-Barriga et al., 2017. Las semillas se desinfectaron y se sumergieron 6 hs en extractos de *Padina arborescens* (PA) y *Sargassum liebmannii* (SL) a concentraciones (0, 0.25, 0.50 y 1%). Posteriormente las semillas se colocaron en cajas Petri con papel filtro húmedo a  $27\pm 2^\circ$  durante 8 días. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza de dos vías y prueba de mínima diferencia significativa (LSD). El mayor porcentaje de germinación se observó con los extractos de PA al 0.25 % y SL al 0.5% con valores del 100 y 97 %, respectivamente. El tipo de extracto no mostro diferencias significativas en la longitud, pero si en el peso de las plántulas, con el extracto de SL las plantas exhibieron un peso (0.24 g) en comparación con PG (0.21 g). Al analizar el efecto de la concentración de los extractos en el crecimiento de las plantas, se observó un incremento en la plúmula, radícula y peso de las plántulas que recibieron los extractos en comparación con plantas control. Esta investigación indica que los extractos de *P.a arborescens* y *S. liebmannii* pueden ser utilizados como bioestimulantes de crecimiento vegetal.

**Palabras clave:** Polisacárido, Algas, Bioestimulante

Currently it is known that brown algae contain a large number of chemical compounds such as polysaccharides that can be used in the agricultural sector, mainly as a bio stimulant for plant growth. The objective of this study was to evaluate the effect of algae extracts enriched in polysaccharides on germination and growth in mungo bean. To obtain the extracts, the methodology of Hernández-Herrera et al., 2016 was used. The germination and growth bio essay of mungo bean was carried out with the methodology of Castellanos-Barriga et al., 2017. The seeds were superficially disinfected and they were immersed for six hours in extracts of *Padina arborescens* (PA) and *Sargassum liebmannii* (SL) at concentrations (0, 0.25, 0.50 and 1%). Subsequently the seeds were placed in Petri dishes with wet filter paper at a temperature of  $27\pm 2^\circ$  for eight days. Data were analyzed through a two-way analysis of variance and using a test of least significant difference (LSD). The highest germination percentage was observed with the 0.25% PA and 0.5% SL extracts with values of 100 and 97%, respectively. The type of extract did not show significant differences in the length, but in the weight of the seedlings, with the SL extract the plants exhibited a weight (0.24 g) compared to PG (0.21 g). When analyzing the effect of the concentration of the extracts in the growth of the plants, an increase in the plumule radicle and weight of the seedlings that received the extracts was observed in comparison with the control plants. This research indicates that the extracts of *Padina arborescens* and *Sargassum liebmannii* can be used as bio stimulants of plant growth.

**Keywords:** Polysaccharide, Algae, Bio stimulant

## **Efecto de diferentes reguladores de crecimiento en la producción de callo de orégano mexicano (*Lippia graveolens*)**

### **Effect of different growth regulators on callus induction in Mexican oregano (*Lippia graveolens*)**

Prado Rodríguez Besatbe<sup>1</sup>, Sahagún Rodríguez Araceli<sup>1</sup>, Acevedo Hernández Gustavo Javier<sup>1</sup>,  
Aarland Rayn Clarenc<sup>1</sup>, Castellanos Hernández Osvaldo Adrián<sup>1</sup>.

Centro de Investigación en Biología Molecular Vegetal, Universidad de Guadalajara<sup>1</sup>, 47820,  
Ocotlán, Jalisco.

E mail: [besatbe.prado@alumnos.udg.mx](mailto:besatbe.prado@alumnos.udg.mx)

El proceso de calogénesis es un método útil para el mejoramiento vegetal en la micropropagación de especies, y para conocer diversos aspectos del cultivo como su comportamiento metabólico, y cambios fisiológicos. El cultivo de células a partir de callos podría ser utilizado para la producción de metabolitos secundarios, lo cual resulta interesante para una planta a la cual se le atribuyen numerosas características medicinales. El orégano mexicano (*Lippia graveolens*) es una planta aromática de gran importancia en la industria farmacéutica y alimentaria por sus propiedades organolépticas y bioactivas, es reconocida por la calidad del aceite esencial contenido en sus hojas que contiene compuestos activos que contribuyen a su actividad antiinflamatoria, anestésica, antiviral y antioxidante. El objetivo de este estudio fue estimular la producción de callos a partir de explantes de hoja de *L. graveolens*, evaluando la respuesta a diferentes reguladores de crecimiento. Para ello se observó la respuesta organogénica y producción de biomasa en los diferentes medios de inducción utilizados. Se determinó que la composición del medio de cultivo más efectivo para la inducción de callo fue el suplementado con 1 mg/L de ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), ya que mostró una coloración verde claro, la mayor producción de biomasa fresca, y el callo fue friable. Estos resultados nos indican que es posible obtener distintos tipos de callo lo cual dependerá del tipo de regulador de crecimiento, razón por la cual nos permitirá su uso potencial para la producción de suspensiones celulares, propagación, conservación y mejoramiento vegetal de dicha especie.

**Palabras clave:** calogénesis, *in vitro*, verbenaceae.

The callogenesis process is a useful method for plant breeding, also for micropropagation of plants species, allows knowing various aspects of the crop such as its metabolic reactions and physiological changes. Plant cell culture from callus could be used to produce secondary metabolites, which is interesting for a plant to which numerous medicinal characteristics are attributed. Mexican oregano (*Lippia graveolens*) is an aromatic plant with important characteristics in the pharmaceutical and food industry due to its organoleptic and bioactive properties; it is globally recognized for the quality of its essential oil contained in leaves. Contains active compounds that contribute to its anti-inflammatory, anesthetic, antiviral and antioxidant activity. The aim of this study was to induce callus production from *Lippia graveolens* leaf explants, evaluating the response to different growth regulators. For this, the organogenic response and biomass production were observed in the different induction media. It was determined that the composition media for the efficient result was supplemented with 1 mg/L of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D), callus with light green coloration was obtained, high biomass production and with friable consistency. These results indicate that it is possible to obtain different types of callus, which depends on the type of growth regulator, which will allow us its potential use to produce cell suspensions, propagation, conservation, and plant breeding of this species.

**Key words:** calogénesis, *in vitro*, verbenaceae.

## **Diversidad bacteriana de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivadas en sistemas de producción convencional y orgánico**

### **Bacterial diversity in tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) grown under conventional and organic production systems**

Resendiz-Nava Carolina N., Rivera-Pastrana Dulce<sup>1</sup>, Nava-Morales Gerardo M., Mercado-Silva Edmundo M.\*

Facultad de Química, Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, 76010.  
E mail: mercado501120@gmail.com

La demanda y producción de tomates orgánicos se ha triplicado en la última década. No obstante, se ha evidenciado que los frutos de producción orgánica poseen menor rendimiento y calidad, comparados con los de cultivo convencional. Estas diferencias se pueden atribuir a alteraciones en la composición microbiana de la rizósfera. Para corroborar esta hipótesis, se realizó un análisis metagenómico de las poblaciones bacterianas asociadas a la raíz de plantas de tomate (*S. lycopersicum* var. Merlice) cultivadas en agricultura orgánica y convencional. Muestras de raíces (n = 8 por grupo) fueron colectadas y sometidas a extracción de DNA, amplificación y secuenciación masiva del gen *16S rRNA*, mediante plataforma Illumina MiSeq. Se obtuvieron 199,467 secuencias que fueron analizadas y clasificadas mediante métodos bioinformáticos y estadísticos. Estos estudios revelaron que la diversidad bacteriana en raíces de plantas de sistemas orgánicos, poseen mayor riqueza ( $P > 0.05$ ), comparadas con raíces del sistema convencional. Se observó un aumento ( $P > 0.05$ ) en abundancia relativa de familias *Bacillaceae* y *Caulobacteraceae*; así como una disminución de las familias *Rhodospirillaceae*, *Flavobacteriaceae*, *Cytophagaceae*, *Rhodobacteraceae* y *Aeromonadaceae* en las raíces del sistema orgánico, comparado con convencional. Estos cambios en diversidad bacteriana se han asociado a menores tasas de fijación de nitrógeno y solubilización de fosfatos en rizósfera. Este estudio revela que sistemas de producción de tomate (orgánico y convencional) poseen diferencias en los perfiles bacterianos asociados a raíces de las plantas. Esta información sirve de referencia para identificar poblaciones bacterianas clave para aumentar rendimiento y calidad de frutos de tomate en sistema orgánico.

**Palabras clave:** 16S rRNA, orgánico, tomate,

Organic tomato production has tripled in the last decade. It has been reported that tomato fruits from organic production systems have lower yields and less quality, compared to conventional ones. This phenomenon could be attributed to differences within rhizosphere microbial populations. To corroborate this hypothesis, we carried out bacterial metagenomic analyses of rhizosphere samples obtained from tomato plants (*S. lycopersicum* var. Merlice) grown under conventional and organic production systems. Root samples (n = 8, each group) were collected and subjected to DNA extraction, PCR amplification and amplicon sequencing of the *16S rRNA* gene using the Illumina MiSeq platform. A total of 199,467 sequences were obtained, analyzed and classified using well established bioinformatic and statistic tools. These studies revealed that roots from the organic tomato plants held higher ( $p > 0.05$ ) bacterial richness, compared to conventional roots. Also, a decrease ( $p > 0.05$ ) in the relative abundance of the families *Bacillaceae* and *Caulobacteraceae* were observed; as well as an increase in *Rhodospirillaceae*, *Flavobacteriaceae*, *Cytophagaceae*, *Rhodobacteraceae* and *Aeromonadaceae* families in roots from the organic plants, compared to the conventional system. These changes in the rhizosphere have been associated to lower nitrogen fixation and phosphate solubilization rates. Moreover, the present study reveals that the root microbiota from plants grown under organic and conventional systems differed considerably in diversity and relative abundances. This information represents a framework for the identification of bacterial communities that could be a biotechnological target to improve yield and fruit quality in organic systems.

**Keywords:** 16S rRNA, organic, tomato, bacterial



## Potencial de rizobacterias de aguacate como biofungicidas y biofertilizantes

### Avocado rhizobacteria as potential biofungicides and biofertilizers

Reverchon Frédérique<sup>1</sup>, Méndez-Bravo Alejandro<sup>2</sup>, Herrera-Cornelio Lorena<sup>1</sup>, García-Toscano Daniel F.<sup>3</sup>, Kiel-Martínez Ana L.<sup>3</sup>, Guevara-Avedaño Edgar<sup>1</sup>, Ramírez-Vázquez Mónica<sup>3</sup>, Méndez-Bravo Alfonso<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Red de Estudios Moleculares Avanzados, Centro Regional del Bajío, Instituto de Ecología, A.C., 61600 Pátzcuaro, Michoacán. <sup>2</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México, 58190 Morelia, Michoacán. <sup>3</sup>Red de Estudios Moleculares Avanzados, Instituto de Ecología, A.C., 91073 Xalapa, Veracruz. <sup>4</sup>CONACYT - Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México, 58190 Morelia, Michoacán.

E mail: [frederique.reverchon@inecol.mx](mailto:frederique.reverchon@inecol.mx); [amendezbravo@enesmorelia.unam.mx](mailto:amendezbravo@enesmorelia.unam.mx)

El potencial de bacterias rizosféricas para promoción de crecimiento vegetal y control biológico de fitopatógenos ha sido ampliamente reportado. Las bacterias benéficas han sido aplicadas de manera individual, aunque existen evidencias de que al combinar bacterias con funciones complementarias, podría aumentar el efecto positivo sobre crecimiento y productividad de las plantas. El objetivo de este estudio fue seleccionar bacterias rizosféricas de *Persea americana* con base en sus propiedades antifúngicas y promotoras de crecimiento vegetal para elaborar consorcios y evaluar sus efectos sobre el crecimiento de *Arabidopsis thaliana* y *Physalis ixocarpa*, una especie nativa de uso hortícola. Analizamos la actividad antifúngica de rizobacterias contra *Fusarium* spp. mediante ensayos de antagonismo *in vitro* y caracterizamos su perfil de volátiles, detectando compuestos azufrados y cetonas reportados con actividad antifúngica. 7 aislados solubilizan fósforo; evaluamos su actividad promotora de crecimiento de *A. thaliana*, *in vitro*. Todos los aislados estimularon formación de raíces laterales y pelos radiculares e indujeron aumento de biomasa, probablemente mediante auxinas. Elaboramos consorcios combinando bacterias rizosféricas con bacterias endófitas de raíz. Evaluamos actividad promotora de consorcios y de aislados en el crecimiento y desarrollo de *P. ixocarpa* en invernadero. Los aislados A8a y 5911, y los consorcios A8a + B3R7 y SO + B3R7 (*Bacillus*) mostraron resultados prometedores de promoción de crecimiento e inducción del despliegue floral, con aumentos de altura de hasta 45% y formación de órganos florales 30 días antes que plantas control. Esto confirma el potencial de rizobacterias como biofertilizantes y requieren corroborarse en campo, en aguacate.

**Palabras clave:** *Bacillus*; Consorcios;

The potential of rhizobacteria for plant growth promotion and biological control of phytopathogens has been extensively reported. Beneficial bacteria have been applied as unique strains, although recent evidence shows that combining bacteria with complementary traits could maximize their positive influence on plant growth and productivity. The objective of this study was to elaborate consortia from avocado rhizobacteria, which were selected based on their antifungal and plant growth promoting properties, and evaluate their effects on the growth of *Arabidopsis thaliana* and *Physalis ixocarpa*, a native species for horticultural use. We assessed the antifungal activity of rhizobacteria against *Fusarium* spp. through *in vitro* antagonism assays and characterized the profile of their emitted volatile compounds; we detected sulfur compounds and ketones, reported with antifungal activity. 7 isolates were able to solubilize phosphate; we evaluated their capacity to promote the growth of *A. thaliana* *in vitro*. All isolates stimulated the formation of lateral roots and root hair, and enhanced *A. thaliana* biomass, most likely through auxin production. We elaborated consortia from rhizospheric and root endophytic bacteria, and assessed the effects of consortia and isolates on the growth and development of *P. ixocarpa* in the greenhouse. Isolates A8a and 5911, and the consortia A8a + B3R7 and SO + B3R7 (*Bacillus*) showed promising results in terms of growth promotion and floral organ induction, with increases in plant height up to 45% and flower development 30 days before than that in the control treatment. Our results confirm the potential of rhizobacteria as biofertilizers and call for research to corroborate their effect in field, in avocado.

***Phytophthora* sp. asociada a toronja (*Toronja paradisi*) en Michoacán, México*****Phytophthora* sp. associated with grapefruit (*Citrus x paradisi*) in Michoacán, México**

Rodríguez-Alvarado Gerardo<sup>1</sup>, Fernández-Pavía Sylvia Patricia<sup>1</sup>, Díaz-Celaya Marlene<sup>1</sup>, Álvarez-Hernández Juan Carlos<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Laboratorio de Patología Vegetal. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 58880. Tarímbaro, Michoacán. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle de Apatzingán. 60781. Apatzingán, Michoacán.  
E mail: fernandezpavia@hotmail.com

El principal estado productor de toronja en México es Veracruz, y Michoacán en 2º lugar. El 96.7% de la producción nacional se destina al mercado nacional y 21,130 toneladas se comercializan en el exterior. Japón es el principal destino de este cítrico. La producción de toronja en algunas regiones del país es afectada por patógenos como bacterias, hongos, nematodos, oomicetos y virus. *Phytophthora* spp. está reportado como uno de los principales patógenos que afecta la producción del cítrico en Veracruz, sin embargo, no existen reportes del patógeno en Michoacán. En mayo de 2021, se observaron síntomas de gomosis y cancro en huertas de Parácuaro, Mich. El objetivo del trabajo fue identificar el agente causal de la gomosis y cancro en árboles de toronja. En junio de 2021 se colectaron muestras de suelo en campo de cultivo en Parácuaro, Mich. Para aislar al patógeno se usaron hojas de *Rhododendron* como tejido vegetal trampa, y medio de cultivo agar-V8 selectivo. De las muestras se obtuvo un aislado, se caracterizó morfológicamente en agar-V8 y harina de maíz, y produjo colonias con borde coraloide en agar-harina de maíz; en agar-V8 no se observó un patrón distintivo de crecimiento. Los esporangios fueron caducos, de morfología variable, globosos, ovoides y con forma de cometa (20-37.5x37.5-62.5 µm). Se observaron hinchamientos irregulares en hifas, clamidosporas globosas, terminales e intercalares (22.5-32.5x22.5-32.5 µm). El aislado es heterótalico, con tipo de compatibilidad A1, produjo oogonios de paredes lisas, anteridios anfíginos, y oosporas pleróticas. Las características morfológicas observadas coinciden con *Phytophthora nicotianae*; la confirmación por métodos moleculares se encuentra en proceso.

The State of Veracruz is the main producer of grapefruit in Mexico, and Michoacán in 2nd place. 96.7% of the production is for local marketing, and 21,130 tons are commercialized in other countries, mainly Japan. Grapefruit production in some regions of the country is affected by several pathogens, including bacteria, fungi, nematodes, oomycetes and viruses. *Phytophthora* spp. have been reported as the most important pathogens that affect the production of this citrus in the State of Veracruz, however, there are no reports of these pathogens in Michoacán. In May of 2021, gummosis and canker symptoms were observed in grapefruit orchards in Parácuaro, Mich. The objective of this study was to identify the causal agent of the observed symptoms on grapefruit trees. In June 2021, soil samples were collected and processed using *Rhododendron* leaves and a selective V-8 agar media. A recovered oomycete isolate was morphologically characterized on V-8 agar and cornmeal agar. The isolate produced mycelial colonies with coralloid borders on cornmeal agar, and an undefined pattern on V-8 agar. Sporangia were caducous, with variable morphology, globose, ovoid and turbinate shape (20-37.5 x 37.5-62.5 µm). Mycelia presented irregular hyphal swellings, globose terminal and intercalary chlamydospores (22.5-32.5 x 22.5-32.5 µm). Mating type of the isolate was determined as A1; produced oogonia with smooth walls, amphigynous antheridia and plerotic oospores on crosses with a reference A2 strain. The morphological characteristics observed correspond with the species *Phytophthora nicotianae*; nevertheless, the confirmation of the isolate identity by molecular methods is in process.

**Keywords:** Oomycetes, citrus, gummosis.

## Identificación y caracterización de agentes de biocontrol contra el hongo fitopatógeno *Botrytis cinerea*

### Identification and characterization of biocontrol agents against the phytopathogenic fungus *Botrytis cinerea*

Romero-Contreras, Yordan J., Miguel A. Cevallos, Eria A. Rebollar, Mario Serrano

Centro de Ciencias Genómicas, Universidad Nacional Autónoma de México  
Av. Universidad 2001, Col. Chamilpa 62210 Cuernavaca, Morelos, México.  
E mail: jhroco@ccg.unam.mx

Las plantas tienen la capacidad de interactuar con múltiples organismos, como bacterias, hongos, nematodos y levaduras; sin embargo, muchos de estos microorganismos pueden tener efectos devastadores. Uno de los patógenos a los que están expuestos es el hongo necrotrofico *Botrytis cinerea*, que causa la podredumbre gris o enfermedad del moho gris. Durante muchos años se han utilizado fungicidas químicos como agentes de control. Sin embargo, se ha cuestionado su uso frecuente debido a sus efectos nocivos sobre el ambiente y la salud humana. Esto ha llevado a la búsqueda de nuevas alternativas ecológicas, como el uso de agentes de control biológico (BCA) o bioestimulantes que pueden inhibir el crecimiento y desarrollo de patógenos vegetales. Se ha descubierto que existen comunidades bacterianas en la piel de las ranas, que pueden protegerlas de infecciones causadas por *Batrachochytrium dendrobatidis*, un hongo patógeno implicado en el declive de los anfibios en todo el mundo. Sin embargo, no está claro si estas bacterias tienen la función de prevenir enfermedades causadas por hongos patógenos. En este trabajo, exploramos si las bacterias de la piel de los anfibios neotropicales tienen actividad de control del patógeno *Botrytis cinerea*. A través de experimentos duales, identificamos 23 candidatos potenciales con actividad de BCA. Además, los compuestos liberados por las bacterias pueden inhibir la germinación y se determinó que esto depende de la dosis. Observamos que las bacterias y los filtrados confieren un sistema de protección en *Arabidopsis thaliana* frente a la infección por *B. cinerea*. Estos resultados muestran que las bacterias de la piel de anfibios pueden tener excelente potencial para controlar fitopatógenos que afectan plantas.

**Palabras clave:** bioestimulantes, ranas, *Botrytis cinerea*, *Arabidopsis thaliana*.

Plants have the ability to interact with multiple organisms, such as bacteria, fungi, nematodes, and yeasts; however, many of these microorganisms can have devastating effects. One of the pathogens to which they are exposed is the necrotrophic fungus *Botrytis cinerea*, which causes gray rot or gray mold disease. For many years, chemical fungicides have been used as infection control agents. However, their frequent use has been questioned because of their harmful effects on the environment and human health. This has led to the search for new ecological alternatives, such as the use of biological control agents (BCA) or biostimulants that can inhibit the growth and development of plant pathogens. Bacterial communities have been found to exist in the skin of frogs, which can protect them from infections caused by the fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*, a pathogenic chytrid fungus implicated in worldwide amphibian declines. However, it is unclear whether these bacteria have the function of preventing diseases caused by pathogenic fungi. In this work, we explored whether neotropical amphibian skin bacteria have the activity to control the development of the pathogen *Botrytis cinerea*. Through dual experiments, we identified 23 potential candidates for biocontrol activity. In addition, the compounds released by the bacteria can inhibit the germination process, and it was determined that the inhibition is dose-dependent. We also observed that the bacteria and filtrates confer a protection system in the model plant *Arabidopsis thaliana* against *B. cinerea* infection. Our results showed that bacteria from amphibian skin may have excellent potential to control diseases caused by phytopathogenic fungi affecting plants.

**Keys words:** bioestimulants, frogs, *Botrytis cinerea*, *Arabidopsis thaliana*

**Actividad antifúngica de extractos vegetales sobre el crecimiento de *Colletotrichum truncatum* aislado de frutos de papaya (*Carica papaya* L.)****Antifungal activity of vegetable extracts on the growth of *Colletotrichum truncatum* isolated from papaya fruits (*Carica papaya* L.)**

Romero-Parra Fernando, Vázquez-Jiménez Jessica Judith, Buenrostro-Nava Marco Tulio y Manzo-Sánchez Gilberto

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima C.P. 28930 Tecomán, Colima

E mail. fernando\_romero@ucol.mx

Las enfermedades de poscosecha de frutas que son provocadas por hongos fitopatógenos, pueden ocasionar grandes pérdidas en la producción y llega alcanzar alrededor del 90%. Debido a esto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los fungicidas comerciales a base de extractos vegetales Canelys (canela), Mimoten (*Mimosa tenuiflora*) y Timorex (*Malaleuca alternifolia*) sobre el crecimiento *in vitro* de *Colletotrichum truncatum*. Primero se realizaron colectas de frutos de papaya con síntomas típicos de antracnosis; después se aisló e incubó el hongo en medio PDA durante 7 días. A partir de cultivos monospóricos se tomó un disco de micelio (≈ 5 mm) con un sacabocado y se colocó en la parte central de una caja de Petri nueva con cada extracto a dosis 0.5X, 1X y 2X; para un total de 9 tratamientos con seis repeticiones. Para el control se utilizó agua destilada estéril. Las cajas inoculadas se incubaron a 25°C y cada 24 h se midió el diámetro de la colonia, se calculó el porcentaje de inhibición y se realizó comparación de medias según el extracto y dosis. El crecimiento de la colonia y el porcentaje de inhibición no presentaron diferencias con los extractos de Mimoten y Timorex en todas las dosis. Mientras que, la dosis 2X de Canelys (extracto de canela) mostró un porcentaje de inhibición del 99% a los 14 días en comparación con el testigo. Esto puede deberse a los componentes de la canela como el O-metoxicinamaldehído, eugenol y cinamaldehído; donde este último participa directamente en la membrana plasmática mediante la inhibición de β-1,3 glucano sintasa y quitina sintasa; las cuales regulan la síntesis de la pared celular.

**Palabras clave:** antracnosis, biofungicidas, *in vitro*.

Postharvest diseases of fruits that are caused by phytopathogenic fungi, can cause extensive losses in production of up to 90%. Due to this, the objective of this study was to evaluate the effect of commercial fungicides based on plant extracts such as Canelys (cinnamon), Mimoten (*Mimosa tenuiflora*) and Timorex (*Malaleuca alternifolia*) on *Colletotrichum truncatum* growth under *in vitro* conditions. First, papaya fruits with typical anthracnose symptoms were collected; the fungus was isolated and incubated in PDA medium for seven days. From monosporic cultures, a mycelium disk (≈ 5 mm) was taken with a punch and placed into a new Petri dish added with 0.5X, 1X and 2X of the recommended dose for each of the tested products; for a total of nine treatments with six replications. Sterile distilled water was used as a control. The inoculated cultures were incubated at 25 °C and every 24 h the diameter of the colony was measured; the percentage of inhibition was calculated and a comparison of means was made according to the extract and dose. The growth of the colony and the percentage of inhibition did not show differences with the extracts of Mimoten and Timorex on any of the tested doses. Whereas, the 2X dose of Canelys (cinnamon extract) showed a 99% inhibition at 14 days compared to the control. This may be due to the components of cinnamon such as O-methoxycinnamaldehyde, eugenol and cinnamaldehyde; where the latter participates directly in the plasma membrane by inhibiting β-1,3 glucan synthase and chitin synthase; which regulate the synthesis of the cell wall.

**Keywords:** anthracnosis, biofungicides, *in vitro*.

## **La reducción en la disponibilidad de fósforo en plantas de tomate colonizadas por *Rhizophagus irregularis* promueve el crecimiento vegetativo y reduce la concentración de azúcares solubles en raíces**

**The reduction in phosphate availability in tomato plants colonized by *Rhizophagus irregularis* promotes vegetative growth and reduces the concentration of soluble sugars in roots**

Salmeron-Santiago Isaac Alejandro<sup>1</sup>, Martínez-Trujillo Miguel<sup>1</sup>, Valdéz-Alarcón Juan José<sup>2</sup>, Pedraza-Santos Martha Elena<sup>6</sup>, Pozo-Jimenez María José<sup>3</sup>, Santoyo-Pizano Gustavo<sup>4</sup>, López Pedro Antonio<sup>5</sup>, Chávez-Bárceñas Ana Tztzqui<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 58000, Morelia, Mich., Méx. <sup>2</sup> Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología (CEMEB) Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 58893 Tarímbaro, Mich., Méx. <sup>3</sup>Departamento de Microbiología de Suelo y Sistemas Simbióticos. Estación Experimental de Zaidín. 18008, Granada, España. <sup>4</sup>Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 58000, Morelia, Mich., Méx. <sup>5</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. 72760, Puebla, México. <sup>6</sup>Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 60190, Uruapan, Mich., México. \*E mail: ([tztzqui.chavez@umich.mx](mailto:tztzqui.chavez@umich.mx))

Los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) colonizan raíces de mayoría de las plantas y mejoran adquisición de nutrientes, como el fósforo (P). En plantas colonizadas por HMA, la disponibilidad de P puede modular crecimiento de las plantas de manera positiva, negativa o neutra, posiblemente ligado a la forma en la que se distribuye el carbono (C); el HMA es un sumidero de C para la planta. El objetivo de este trabajo fue estudiar la dinámica de distribución del C en plantas de tomate colonizadas por HMA bajo niveles de fertilización fosfórica. Plantas inoculadas con *Rhizophagus irregularis* y plantas control se mantuvieron 8 semanas en invernadero con dosis semanales de 50mL de solución nutritiva Long Ashton con 0, 0.065 o 1.3 mM de NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (FM). Se cuantificaron variables morfológicas, fisiológicas y determinó contenido de almidón y fracciones de azúcares solubles (AST) en hojas fuente y raíces. En plantas colonizadas y con 0 mM de FM se observó reducción en altura, índice de biovolumen, y área foliar en comparación con control; en plantas colonizadas con HMA y con 0.065 mM FM se incrementó área foliar. Con 1.3 mM de FM no hubo diferencias significativas. En todas las condiciones evaluadas se incrementó los AST en hojas de plantas colonizadas en comparación con plantas control. La concentración de AST y de azúcares reductores disminuyó en raíces colonizadas con HMA cuando se aplicó 0.065 mM de FM. Se sugiere que las plantas colonizadas destinan más recursos para el mantenimiento de la simbiosis

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) colonize roots of most plant species and enhance nutrient acquisition, particularly phosphorous (P). In AMF colonized plants, the availability of phosphate can modulate plant growth to show positive, negative or neutral phenotypes in the host, which is linked to carbon distribution in plants, since AMF are carbon sink. Our objective was to study the carbon distribution dynamics in tomato plants colonized by AMF under levels of phosphate fertilization. Tomato plants inoculated with *Rhizophagus irregularis* and non-inoculated plants were maintained 8 weeks in greenhouse with weekly applications of Long-Ashton nutrient solution with 0, 0.065 and 1.3 mM of NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (MF). Morphometric and physiologic variables were quantified, as well as the content of soluble sugars (TSS) and starch in source leaves and roots. Colonized plants maintained with 0 mM of MF showed lower height, biovolume index, and leaf area compared to control plants, while the application of 0.065 mM of MF in colonized plants increased leaf area. When 1.3 mM of MF was applied, there were not differences in the morphometric variables. In all the conditions tested, the amount of TSS increased in the source leaves compared to controls. The concentration of TSS and total reducing sugars were lower in roots of AMF colonized plants when 0.065 mM of MF was applied. This suggests that plants colonized with AMF allocate more resources and vegetative growth of the plant host is promoted when carbon and P are limiting factors.

## Crecimiento vegetal de frijol por efecto de la estimulación de hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias en invernadero

### Bean plant growth due to the stimulation of arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria in the greenhouse

Sánchez-Arévalo Liliana Guadalupe<sup>1</sup>, Rincón-Enríquez Gabriel<sup>1</sup>, García-Roa Nancy<sup>1</sup>, Asaff-Torres Ali<sup>2</sup>, Quiñones-Aguilar Evangelina Esmeralda<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Fitopatología, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), C.P. 45019, Zapopan, Jalisco. <sup>2</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.

E mail: equinones@ciatej.mx

La biotecnología de bioinoculantes microbianos como los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y rizobacterias puede contribuir a la nutrición de plantas de importancia agrícola como el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), que tiene la capacidad de formar simbiosis con HMA y *Rhizobium etli* (Re). El efecto de estos microorganismos puede incrementarse al ser estimulados mediante compuestos involucrados en la simbiosis. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto en el crecimiento de frijol (Var. Azufrado) por la estimulación de los HMA y Re en invernadero. Se realizó un experimento trifactorial con 18 tratamientos con 8 repeticiones. Factor HMA (*Funneliformis mosseae*-Fm, *Rhizophagus intraradices*-Ri y sin HMA); factor Re (con y sin). Factor estimulante: Biotecnológico (BI), Myconate® (My), sin estimulante. La unidad experimental (UE) una maceta con 1.5 kg de sustrato (suelo, arena, agrolita, tierra de monte; proporción 4:4:1:1) estéril (6 h, 1.05 kg cm<sup>-2</sup>, 120°C) y una planta de frijol. Los HMA se aplicaron al inicio del experimento (500 esporas/UE); Re fue aplicada a 3 y 15 días de iniciado el experimento (5 mL, 10<sup>7</sup> UFC mL<sup>-1</sup>). Los estimulantes según recomendación del fabricante. Al final del experimento (100 días después de siembra) se cuantificó altura de planta y los datos fueron analizados con ANAVA y Tukey (P≤0.05). Los tratamientos que combinaron HMA, Re y estimulante mostraron diferencias significativas (Tukey, P≤0.05) en altura de planta. Los tratamientos Fm+Re+BI y Ri+Re+My mostraron mayor efecto (Tukey, P≤0.05) en el crecimiento de plantas de frijol con respecto a tratamientos sin microorganismos y sin estimulantes. Estos resultados sugieren que los estimulantes junto con los microorganismos (HMA y Re) pueden ser una opción para incrementar el crecimiento vegetal de plantas de interés agrícola.

The use of biotechnology of microbial bioinoculants such as arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and rhizobacteria can contribute to the nutrition of the crop of plants of agricultural importance such as beans (*Phaseolus vulgaris* L.), which can form symbiosis with the AMF and *Rhizobium etli* (Re). The effect of these microorganisms can be increased when stimulated by compounds involved in the symbiosis. The objective of this study was to evaluate the effect on the growth of beans (Var. Azufrado) by the stimulation of AMF and Re in the greenhouse. A trifactorial experiment was carried out with 18 treatments with 8 repetitions. AMF factor (*Funneliformis mosseae*-Fm, *Rhizophagus intraradices*-Ri and without AMF); Re factor (with and without). Stimulating factor: Biotechnological (BI), Myconate® (My), without stimulant. The experimental unit (EU) was a pot with 1.5 kg of substrate (soil, sand, agrolite, mountain soil; 4: 4: 1: 1 ratio) sterile (6 h, 1.05 kg cm<sup>-2</sup>, 120°C) and a bean plant. The AMFs were applied at the beginning of the experiment (500 spores / EU); Re was applied 3 and 15 days after starting the experiment (5 mL, 10<sup>7</sup> CFU mL<sup>-1</sup>). Stimulants were applied according to the manufacturer's recommendation. At the end of the experiment (100 days after sowing) the plant height was quantified, and the data were analyzed with an ANOVA and Tukey (P≤0.05). The treatments that combined HMA, Re and stimulant showed significant differences (Tukey, P≤0.05) in plant height. In particular, the Fm+Re+BI and Ri+Re+My treatments showed the greatest effect (Tukey, P≤0.05) on the plant growth of bean plants with respect to treatments without microorganisms and without stimulants. These results suggest that stimulants together with microorganisms (AMF and Re) may be an option to increase the plant growth of plants of agricultural interest.

**Análisis de microRNAs en el oomiceto patógeno *Phytophthora capsici*****Analysis of microRNAs in the plant pathogenic oomycete *Phytophthora capsici***

Sevillano Serrano Jacobo, Rojas Rojas Fernando Uriel <sup>1</sup>, Vega Arreguín Julio C.<sup>1</sup>

Laboratorio de Ciencias Agrogenómicas and Laboratorio Nacional PlanTECC. Escuela Nacional de Estudios Superiores-Unidad León, Universidad Nacional Autónoma de México, Boulevard UNAM #2011, Col. Predio El Saucillo y El Potrero, CP 37689, San Antonio de los Tepetates. León, Guanajuato, México.

E mail: jvega@enes.unam.mx

*Phytophthora capsici* es un oomiceto patógeno que afecta principalmente a cultivos de las familias Solanaceae y Cucurbitaceae causando severos síntomas de marchitamiento y pudrición en más de 50 especies de plantas. La capacidad de infectar diversos hospederos involucra mecanismos complejos de regulación génica que le permiten una mejor adaptación y evasión del sistema inmune de las plantas. Estos mecanismos de regulación también podrían influir en la virulencia, patogenicidad y morfología del patógeno después de interactuar con diferentes hospederos. Dichos mecanismos podrían estar mediados por la acción de microRNAs, que en *Phytophthora* han sido apenas estudiados. En este trabajo se identificaron y caracterizaron los microRNAs de *P. capsici* después de infectar distintos hospederos pertenecientes a cuatro familias vegetales: solanáceas, cucurbitáceas, brassicáceas y fabáceas. Además, se analizaron los niveles de expresión de los genes DCL y AGO de *P. capsici* los cuales están asociados a la biogénesis de microRNAs. Se encontraron poblaciones de microRNAs de 20-21nt y 24-26nt, y se identificaron 187 nuevos potenciales miRNAs, destacando un miRNA asociado a la regulación del gen efector Avr1. Estos resultados y los datos de expresión de los genes DCL y AGO, sugieren una posible regulación de la expresión génica mediada por microRNAs en *P. capsici* al infectar diversos hospederos, la cual podría influir en su morfología, reproducción asexual, virulencia y patogenicidad.

**Palabras clave:** microRNAs, *Phytophthora capsici*, patogenicidad, plasticidad fenotípica.

*Phytophthora capsici* is a plant pathogenic oomycete that mainly affects crops of the Solanaceae and Cucurbitaceae families, causing severe wilting and rotting symptoms in more than 50 plant species. The ability to infect various hosts involves complex gene regulation mechanisms that allow a better adaptation and evasion of the immune system of the hosts. These regulatory mechanisms could also influence changes in the virulence, pathogenicity and morphology of the pathogen after interacting with different hosts. These mechanisms could be mediated by the action of microRNAs. In *Phytophthora* the regulatory effect of microRNAs has been poorly studied. In this work, microRNAs of *P. capsici* were identified and characterized after infecting different hosts belonging to four families: Solanaceae, Cucurbitaceae, Brassicaceae and Fabaceae. In addition, we analyzed the expression levels of the DCL and AGO genes of *P. capsici*, which are associated with microRNAs biogenesis. Two microRNA populations of both, 20-21nt and 24-26nt were found and 187 new potential miRNAs were identified, highlighting a miRNA associated with the regulation of the Avr1 effector gene. These results and the differential expression of the DCL and AGO genes suggest a possible regulation of gene expression mediated by microRNAs in *P. capsici* after infecting different hosts. This regulation could influence its morphology, asexual reproduction, virulence and pathogenicity.

**Key words:** microRNAs, *Phytophthora capsici*, pathogenicity, phenotypic plasticity.

## **Cambios funcionales en el microbioma de la rizósfera del aguacate ocasionados por la marchitez por *Fusarium***

### **Functional changes in the rhizosphere microbiome of avocado trees induced by *Fusarium dieback***

Solís García Itzel Anayansi<sup>1</sup>, Méndez-Bravo Alfonso<sup>2</sup>, Reverchon Frédérique<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Red de Estudios Moleculares Avanzados, Instituto de Ecología A.C., 91070, Xalapa, Veracruz.

<sup>2</sup>ENES Morelia, Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica, UNAM. 58190, Morelia, Michoacán. <sup>3</sup>Red de Estudios Moleculares Avanzados, Centro Regional del Bajío, Instituto de

Ecología, A.C., 61600 Pátzcuaro, Michoacán

E mail: [frederique.reverchon@inecol.mx](mailto:frederique.reverchon@inecol.mx); [amendezbravo@enesmorelia.unam.mx](mailto:amendezbravo@enesmorelia.unam.mx)

Las bacterias de la rizósfera forman interacciones ecológicas importantes con las plantas. Algunas de estas bacterias promueven el crecimiento vegetal y activan el sistema de defensa de sus hospederos. Sin embargo, los fitopatógenos pueden modificar la diversidad, composición y funciones de la comunidad bacteriana de la rizósfera. En este trabajo, se analizó el efecto que tiene la marchitez por *Fusarium* (FD) sobre estructura y funciones ecológicas de la comunidad bacteriana activa asociada a rizósfera de árboles de aguacate en huerta del condado de San Diego, California. Se caracterizó la comunidad bacteriana transcripcionalmente activa de árboles de aguacate asintomáticos y sintomáticos a FD, mediante un análisis de metatranscriptoma. En árboles asintomáticos se detectó una mayor riqueza de la comunidad bacteriana activa, pero en árboles sintomáticos se encontró una mayor diversidad del número efectivo de taxa comunes en ambas condiciones, y de taxa dominantes. Los géneros *Exiguobacterium*, *Solirubrobacter*, *Nocardioides* y *Reyranella* fueron exclusivamente asociados a la rizósfera de árboles asintomáticos. *Enterobacter*, *Psychrobacillus*, *Arthrobacter* y *Bacillus* se encontraron exclusivamente en la condición sintomática a FD. Las categorías funcionales más representadas en la comunidad bacteriana de árboles asintomáticos son las involucradas en el transporte de membrana, sistemas de secreción, formación de biopelículas y quimiotaxis. En árboles sintomáticos, la comunidad bacteriana activa mostró una expresión diferencial en procesos de transcripción, traducción y respuesta a estrés, defensa y virulencia. Con estos resultados se puede concluir que la FD genera una disbiosis en la comunidad bacteriana, afectando su composición, abundancia y funciones.

Rhizosphere bacteria form complex ecological interactions with plants. Beneficial rhizobacteria influence the plant health status by promoting the growth and inducing defense system of their hosts. When under attack by a pathogen, the plants can modulate the diversity, composition, and potential functions of the rhizosphere bacterial community. In this study, we analyzed the effect of *Fusarium dieback* (FD) on the structure and ecological functions of the active bacterial community inhabiting the rhizosphere of avocado trees from an orchard in San Diego, California. The transcriptionally active rhizobacterial community from asymptomatic and FD-symptomatic trees was characterized by a metatranscriptome analysis. The richness of the active bacterial community associated with asymptomatic trees was significantly higher, but the diversity of the effective number of common taxa and dominant taxa were greater in rhizosphere of FD-symptomatic trees. Genera *Exiguobacterium*, *Solirubrobacter*, *Nocardioides* and *Reyranella* were exclusively associated with rhizosphere of asymptomatic avocado trees. Contrastingly, *Enterobacter*, *Psychrobacillus*, *Arthrobacter* and *Bacillus* were exclusively found in the FD-symptomatic condition. The most represented functional categories in the bacterial community of asymptomatic trees were involved in membrane transport, secretion systems, biofilm formation and chemotaxis. In rhizosphere of symptomatic trees, active bacterial community showed a differential expression in transcription, translation and response to stress, defense, and virulence. Collectively, indicate that FD caused a dysbiosis in the avocado rhizosphere bacterial community, affecting its composition, abundance, and functions.



## **Potencial antifúngico de los compuestos proteicos producidos por cepas de *Trichoderma* sp. aisladas de Los Azufres, Michoacán; sobre cepas de *Fusarium oxysporum* resistentes a fungicidas químicos**

### **Antifungal potential of protein compounds produced by *Trichoderma* sp. strains isolated from Los Azufres, Michoacán, on *Fusarium oxysporum* strains resistant to chemical fungicides**

Soto Suárez Enrique<sup>1,2</sup>, Reyes de la Cruz Homero<sup>2</sup>, Chávez Avilés Mauricio Nahum<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular. Ingeniería Bioquímica. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo. 61100. Hidalgo, Michoacán. <sup>2</sup>Laboratorio de Biotecnología Molecular de Plantas. Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 58040, Morelia, Michoacán.

E mail: [nchavez@cdhidalgo.tecnm.mx](mailto:nchavez@cdhidalgo.tecnm.mx); [homero.reyes@umich.mx](mailto:homero.reyes@umich.mx)

El uso indiscriminado de agroquímicos genera persistencia de éstos en los campos, lo que provoca la emergencia de hongos multirresistentes a dichos compuestos, p. ej. *Fusarium oxysporum*. Esta resistencia representa un reto para el tratamiento de las enfermedades provocadas por estos agentes. Por ello, en este trabajo se exploró la producción de compuestos antifúngicos de origen proteico para inhibir el crecimiento de *F. oxysporum* resistente a fungicidas químicos (Fo-RA). En este sentido, se indujo la producción de proteínas extracelulares (PE) en cepas de *Trichoderma* sp. aisladas de Los Azufres, Michoacán, para lo cual se empleó como inductor micelio desactivado de *F. oxysporum*. Las proteínas se extrajeron y enriquecieron por cromatografía de columna, de resina de intercambio iónico. Las fracciones resultantes se filtraron (con dispositivo Amicon®) y separaron en proteínas con peso molecular (PM) mayor y menor a 30 kDa. Se suplementó medio PDA con las proteínas separadas de la fracción 1-14, con 100, 200 y 300 µg de las proteínas. La adición de las PE con PM ≤30 kDa al medio PDA generó una respuesta dependiente de la concentración. Se alcanzó el 30%, 40% y 50% de inhibición del crecimiento radial micelial de Fo-RA para las concentraciones de 100, 200 y 300 µg, respectivamente. Las PE evaluadas indujeron vacuolización e hinchamiento de hifas, formación de clamidosporas y peritecios. No se descarta que una vez identificadas las PE antifúngicas responsables de los efectos observados, requieran menores concentraciones para inhibir el crecimiento de Fo-RA una vez purificadas. Estos resultados demuestran que el micelio desactivado induce la biosíntesis de PE con propiedades antifúngicas sobre Fo-RA con potencial biotecnológico.

The indiscriminate use of agrochemicals generates their persistence in the fields, which has led to the emergence of fungi that are multi-resistant to these compounds, e. g., *Fusarium oxysporum*. Such resistance represents a challenge for the treatment of diseases caused by these agents. In the present work, the production of antifungal compounds from protein nature to inhibit the growth of *F. oxysporum* resistant to chemical fungicides (Fo-RF) was explored. The production of extracellular proteins (EP) was induced in *Trichoderma* sp. isolated from Los Azufres, Michoacan, for this purpose deactivated mycelium of *F. oxysporum* was used as inducer. The proteins were extracted and enriched by column chromatography through an ion-exchange resin. The resulting fractions were filtered (Amicon® device) and separated into proteins with molecular weight (MW) greater and lesser to 30 kDa. PDA media were supplemented with proteins from the fraction 1-14 at 100, 200, and 300 µg. Addition of the EPs with MW ≤30 kDa to PDA medium generated a concentration-dependent response. The inhibition of mycelial growth of Fo-RF reached 30%, 40%, and 50% for concentrations of 100, 200, and 300 µg, respectively. The evaluated EPs induced vacuolization and swelling of hyphae, formation of chlamydo spores and perithecia. It is not excluded that once the antifungal EPs responsible for the observed effects are identified, they require lower concentrations to inhibit the growth of Fo-RF once purified. These results demonstrate that the deactivated mycelium of Fo-RF induces biosynthesis of EP with antifungal properties on Fo-RF.

## **Actinobacterias aisladas de la rizosfera del aguacate con actividad antibacteriana contra *Xanthomonas* sp.**

### **Actinobacteria isolated from the rhizosphere of avocado with antibacterial activity against *Xanthomonas* sp.**

Trinidad-Cruz Jesus Rafael<sup>1</sup>, Rincón-Enríquez Gabriel<sup>1</sup>, Enríquez-Vara Jhony Navat<sup>2</sup>, Guízar-González Cecilia<sup>2</sup>, Evangelista-Martínez Zahaed<sup>3</sup>, Quiñones-Aguilar Evangelina Esmeralda<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Fitopatología, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), C.P. 45019, Zapopan, Jalisco. <sup>2</sup>CIATEJ-CONACyT, C.P. 45019, Zapopan, Jalisco. <sup>3</sup>CIATEJ Unidad Sureste, C.P. 97302, Mérida, Yucatán.

\*E mail: equinones@ciatej.mx

Las bacterias fitopatógenas del género *Xanthomonas* causan una variedad de enfermedades a cultivos de importancia económica. Los antagonistas microbianos han demostrado ser una alternativa para el biocontrol de *Xanthomonas* spp. El objetivo de este estudio fue aislar y seleccionar actinobacterias de la rizosfera de árboles de aguacate con actividad antibacteriana contra *Xanthomonas* sp. BV801 (XBV801). Las actinobacterias se aislaron de suelo rizosférico de árboles de aguacate cv. Hass por el método de calor seco a 70°C en agar extracto de levadura-extracto de malta (ISP2) y agar avena (ISP3). El ensayo de actividad antibacteriana de las actinobacterias se evaluó por métodos de inoculación puntual y doble capa de agar. La actividad antibacteriana se determinó midiendo el radio de la zona de inhibición de XBV801 con un vernier digital. El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones por actinobacteria y control (placas solo con XBV801). Los datos fueron sometidos a un ANOVA y una prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Un total de 76 actinobacterias se aislaron de la rizosfera de árboles de aguacate, de las cuales el 70% se aisló del ISP3 y el otro 30% del ISP2. Por otra parte, 19 (25%) de 76 actinobacterias exhibieron actividad antibacteriana contra XBV801 con zonas de inhibición que fluctuaron de 6.3 a 41.1 mm de radio, siendo el aislado BVEZ 32 el que mostró mayor inhibición con diferencias significativas (Tukey,  $p < 0.05$ ) a otros aislados, seguido por las actinobacterias BVEZ 50 y BVEZ 71 que registraron inhibición de 35.5 y 33.0 mm de radio, respectivamente. Se demostró que las actinobacterias de la rizosfera del aguacate son una fuente de metabolitos con actividad antibacteriana contra XBV801.

Phytopathogenic bacteria of the genus *Xanthomonas* cause a wide variety of diseases to economically important agricultural crops. Microbial antagonists have proven to be an alternative for the biocontrol of *Xanthomonas* spp. The objective of this study was to isolate and select actinobacteria from the rhizosphere of avocado trees with antibacterial activity against *Xanthomonas* sp. BV801 (XBV801). Actinobacteria were isolated from soil rhizosphere of avocado trees cv. Hass by the dry heat method at 70°C on yeast extract-malt extract agar (ISP2) and oat agar (ISP3). The actinobacteria antibacterial activity assay was evaluated by the point inoculation and double layer agar methods. Antibacterial activity was determined by measuring the radius of the zone of inhibition of XBV801 with a digital vernier. The experiment was carried out using a completely randomized experimental design with three replicates per actinobacteria and control (plates with XBV801 only). The data were subjected to an ANOVA and a Tukey test ( $p \leq 0.05$ ) with the StatGraphics software. A total of 76 actinobacteria were isolated from the rhizosphere of avocado trees, of which 70% of the actinobacteria were isolated from ISP3 and the other 30% from ISP2. On the other hand, 19 (25%) of 76 actinobacteria exhibited antibacterial activity against XBV801 with zones of inhibition that fluctuated from 6.3 to 41.1 mm in radius, being the isolate BVEZ 32 the one that showed the highest radius of inhibition with significant differences (Tukey,  $p < 0.05$ ) to other isolates, followed by the actinobacteria BVEZ 50 and BVEZ 71 that registered zones of inhibition of 35.5 and 33.0 mm radius, respectively. In this study, actinobacteria from the avocado rhizosphere were shown to be a source of metabolites with antibacterial activity against XBV801.

## **Inductores de resistencia fisiológica de tipo proteicos y químicos afectan diferencialmente la respuesta de defensa de chile contra la mancha bacteriana en invernadero**

### **Protein and chemical inducers of physiological resistance differentially affect the defense response of peppers against bacterial spot in the greenhouse**

Valerio Landa Sergio David<sup>1</sup>, Quiñones-Aguilar Evangelina Esmeralda<sup>1</sup>, Enríquez-Vara Jhony Navat<sup>2</sup>, Hernández-Gutiérrez Rodolfo<sup>3</sup>, Hernández-Montiel Luis Guillermo<sup>4</sup>, Rincón-Enríquez Gabriel<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Fitopatología, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), C.P. 45019, Zapopan, Jalisco. <sup>2</sup>CIATEJ-CONACyT, C.P. 45019, Zapopan, Jalisco. <sup>3</sup>Biotecnología Farmacéutica y Medica, CIATEJ, C.P. 44270, Guadalajara, Jalisco. <sup>4</sup>Laboratorio de Fitopatología, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste. C.P. 23096, La Paz, B.C.S. \*E mail: grincon@ciatej.mx

La mancha bacteriana causada por *Xanthomonas* spp. (MBX) es un problema en cultivos de chile (*Capsicum annuum*) y el control químico es recurrente en su manejo. El uso de inductores para conferir resistencia fisiológica contra fitopatógenos ha mostrado ser una estrategia efectiva, de bajo impacto ambiental y una alternativa al control químico convencional. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de control de la MBX en chile en invernadero de 2 inductores proteicos de resistencia denominados SP-BV801 y SP-DC3000, y 2 inductores de resistencia comerciales Actigard® (acibenzolar -S-methyl, ASM) y GoUp® (bio-inductor mezcla aminoácidos y péptidos); agua estéril como control. Plantas de chile de 40 días se utilizaron en experimento completamente al azar con los 5 tratamientos antes mencionados. Los inductores se aplicaron por aspersión en planta 48 h antes del reto con *X. Euvesicatoria* ( $1 \times 10^8$  UFC mL<sup>-1</sup>). La finalización del bioensayo 20 días después del reto. Al final se evaluó severidad de la enfermedad de MBX y variables cuantitativas de daño. Los resultados mostraron que aspersión de SP-BV801 y SP-DC3000 ( $1 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) fueron suficientes para activar resistencia fisiológica en plantas y conferir protección contra MBX con reducciones del nivel de severidad de enfermedad (Kruskal-Wallis,  $P < 0.05$ ) hasta en 50% y reducción del área foliar dañada (LSD Fisher,  $P < 0.05$ ) hasta 60% con respecto a plantas enfermas. Estos resultados son clave en la evaluación de la efectividad técnica de inductores proteicos de resistencia, así como la evaluación en chile en condiciones de invernadero para su implementación como estrategia biotecnológica de control de bacterias fitopatógenas.

The bacterial spot caused by *Xanthomonas* spp. (MBX) is a frequent problem in pepper (*Capsicum annuum*) crops and chemical control is recurrent in its management. The use of inducers to confer physiological resistance to plants against phytopathogens has shown to be an effective strategy with low environmental impact and an alternative to conventional chemical control. The objective of this work was to evaluate the control effect of peppers MBX in greenhouse of two protein resistance inducers called SP-BV801 and SP-DC3000, and two commercial resistance inducers Actigard® (acibenzolar-S-methyl, ASM) and GoUp® (bio-inducer, mixture of amino acids and peptides); sterile water as control. 40-day-old pepper plants were used in a completely randomized experiment with the 5 treatments. The inducers were applied by spraying on the plant 48 h before the dare with *X. euvesicatoria* ( $1 \times 10^8$  CFU mL<sup>-1</sup>). The completion of the bioassay, 20 days after the dare. The severity of the MBX disease and quantitative variables of damage were evaluated. Results showed that spraying SP-BV801 and SP-DC3000 ( $1 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) were sufficient to activate physiological resistance in plants and confer protection against MBX infection with reductions in disease severity (Kruskal-Wallis,  $P < 0.05$ ) of up to 50% and reduction of the damaged leaf area (LSD Fisher,  $P < 0.05$ ) of up to 60% with respect to diseased plants. These results are key in the evaluation of the effectiveness of protein resistance inducers, as well as the evaluation in pepper under controlled greenhouse conditions for its implementation as a biotechnological strategy to control phytopathogenic bacteria.

## **Extractos de *Verbesina sphaerocephala* promueven el desarrollo de *Cucumis sativus* y reducen el daño causado por *Meloidogyne incognita***

### ***Verbesina sphaerocephala* extracts promote the development of *Cucumis sativus* and reduce the damage caused by *Meloidogyne incognita***

Velasco-Ramírez Ana Paulina<sup>1</sup>, Hernández-Herrera Rosalba Mireya<sup>2</sup>, Velasco-Ramírez Sandra Fabiola<sup>3</sup>, Velasco-Ramírez Alejandro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México, CP 45010

<sup>2</sup>Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México, CP 45010

<sup>3</sup>Departamento de Química, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI), Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México, CP 44430

E mail: [paulina.velasco@academicos.udg.mx](mailto:paulina.velasco@academicos.udg.mx)

Uno de los principales problemas fitosanitarios son los nematodos agalladores del género *Meloidogyne*. El uso de *Verbesina sphaerocephala* podrían sustituir el uso de nematicidas químicos. El objetivo de esta investigación fue probar si extractos acuosos de *V. sphaerocephala* promueven el desarrollo y reducen los daños ocasionados por *M. incognita* en *Cucumis sativus*. Se evaluaron siete tratamientos en plantas de *C. sativus* crecidas en macetas en condiciones de invernadero: plantas testigo sin nematodos, plantas con nematodos, con nematodos + carbofuran, con nematodos + *Trichoderma*, con nematodos + extracto de *V. sphaerocephala* (concentración al 10, 15 y 25%). Se realizó tres evaluaciones para estimar altura de planta, diámetro de tallo, concentración de clorofila, número de hojas y flores, longitud y peso de raíces, índice de agallamiento, huevos en raíz y larvas en el suelo. Los resultados mostraron que los extractos de *V. sphaerocephala* al 10 y 15% promovieron el crecimiento de las plantas y disminuyeron los índices de agallamiento de las raíces y el número de larvas de *M. incognita* en el suelo. Los extractos de *V. sphaerocephala* puede ser un potencial biológico para minimizar problemas causados por *M. incognita*.

**Palabras clave:** nematodo agallador, bioestimulante de crecimiento, extractos botánicos, capitaneja.

One of the main phytosanitary problems are root-knot nematodes of the genus *Meloidogyne*. The use of *Verbesina sphaerocephala* could substitute the use of chemical nematicides. The objective of this research was to test whether aqueous extracts of *V. sphaerocephala* promote development and reduce the damage caused by *M. incognita* in *Cucumis sativus*. Seven treatments were evaluated in *C. sativus* plants grown in pots under greenhouse conditions: control plants without nematodes, plants with nematodes, with nematodes + carbofuran, with nematodes + *Trichoderma*, with nematodes + extract of *V. sphaerocephala* (concentration at 10, 15 and 25%). Three evaluations were carried out to estimate plant height, stem diameter, chlorophyll concentration, number of leaves and flowers, length and weight of roots, galling index, root eggs and larvae in the soil. The results showed that the extracts of *V. sphaerocephala* at 10 and 15% promoted the growth of the plants and decreased the root galling indices and the number of larvae of *M. incognita* in the soil. The extracts of *V. sphaerocephala* can be a biological potential to minimize problems caused by *M. incognita*.

**Key words:** root-knot nematode, growth biostimulant, botanical extracts, capitaneja

## ***Talaromyces* como agente microbiano contra *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense***

### ***Talaromyces* as a microbial agent against *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense***

Zárate Ortiz Aneliz de Ita<sup>1</sup>, Maldonado Bonilla Luis David<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Genética, Universidad del Mar Campus Puerto Escondido. Carretera Vía Sola de Vega km 1.5, San Pedro Mixtepec. Juquila, Oaxaca, México, C.P. 71980. <sup>2</sup>Catedrático CONACYT  
E mail: [anelizortiz98@gmail.com](mailto:anelizortiz98@gmail.com)

*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*) representa un problema a nivel mundial, al ser patógeno causante de la marchitez de plantas de plátano, también conocida como enfermedad de Panamá. Actualmente se han utilizado hongos antagonistas como control biológico que resultan más amigables con el medio ambiente. El objetivo de este trabajo fue demostrar el efecto antifúngico de especies endófitas de plátano contra una cepa virulenta de *Foc*. Se obtuvieron aislados de pseudotallos (N10, N11, N12), la morfología macroscópica y la secuenciación de la región ITS-LSU nos confirman que pertenecen al género *Talaromyces*. Posteriormente se realizaron los ensayos de confrontación *in vitro* para probar el efecto antagonico. Para la confrontación directa se sembró en un extremo de cajas con PDA a *Foc* y en el otro extremo los diferentes aislados de *Talaromyces*. Se incubó a 27°C durante 2 semanas y se midió el crecimiento micelial de *Foc*. Para la confrontación indirecta se sembraron los aislados de *Talaromyces* en medio PDA con papel celofán, se removió una semana después de incubar y enseguida se inoculó a *Foc* para medir su crecimiento micelial una semana después. Se observó que el efecto antagonico no requiere contacto físico entre los hongos y posiblemente sea por la secreción de metabolitos secundarios. Para los tres aislados de *Talaromyces* en la confrontación directa *in vitro* se obtuvo una inhibición promedio de *Foc* del 69 % y en la confrontación indirecta el porcentaje promedio de inhibición es del 90 %. Con esto demostramos que especies endófitas de *Talaromyces* inhiben el crecimiento *in vitro* de *Foc* y pueden ser implementados como agentes de control biológico.

**Palabras clave:** Control biológico, enfermedad de Panamá, *Talaromyces*

*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) is a worldwide problem as it is a causal agent of wilt in banana plants, also known as Panama disease. The use of antagonist fungi as biocontrol agents is more amiable to the environment. The main goal of this work was to demonstrate the antifungal effect of endophytic fungal species of banana towards a virulent strain of *Foc*. The isolates were obtained from pseudostems (N10, N11, N12), the macroscopic morphology and the sequencing of the ITS-LSU confirm they belong to the *Talaromyces* genus. *In vitro* confrontation assays were performed later to test the antagonistic effect. To the direct confrontation, *Foc* and *Talaromyces* were inoculated on opposite sides of PDA plates. They were incubated at 27°C for 2 weeks, and the mycelial growth was measured. To the indirect confrontation, the *Talaromyces* isolates were grown in PDA with a cellophane sheet. After 1 week of incubation, the sheets carrying *Talaromyces* mycelia were removed, and *Foc* was afterwards inoculated. Mycelial growth was recorded after 1 week of incubation. The antagonistic effect does not require direct contact between fungi, and this effect might be caused by the secretion of secondary metabolites. For the 3 isolates, the average growth inhibition of *Foc* was 69%, and 90% on direct and indirect confrontations, respectively. Therefore, we demonstrate that the endophytic species of *Talaromyces* inhibit the *in vitro* growth of *Foc* and they might be implemented as biological control agents.

**Keywords:** Biological control, Panama disease, *Talaromyces*

## **Caracterización del metabolismo de especies terrestres y marinas de México**

### **Characterization of the metabolism of terrestrial and marine species from Mexico**

Xool Tamayo Jorge<sup>1</sup>, Hernández Melgar Alan<sup>1</sup>, Huerta Romero Erick<sup>1</sup>, Caram Salas Nadia<sup>1</sup>, Garduño Villaseñor Luz<sup>2</sup>, Arteaga Uribe María<sup>2</sup>, Salazar Ceseña Mario<sup>2</sup>, Méndez Alonzo Rodrigo<sup>2</sup>, Fadia Ceccarelli Sara<sup>2</sup>, Riveroll Durán Lorena<sup>3</sup>, Rangel Montoya Edelweiss<sup>4</sup>, Carrillo Tripp Jimena<sup>4</sup>, Valente Hernández Nahum<sup>4</sup>, Callejas Negrete Olga<sup>4</sup>, Mouriño Pérez Rosa<sup>4</sup>, Hernández Martínez Rufina<sup>4</sup>, Gómez Consarnau Laura<sup>5</sup>, Cuevas Cruz Miguel<sup>5</sup>, Gutiérrez-Grijalva Erick P.<sup>6</sup>, Martínez Romero Esperanza<sup>7</sup>, Aguirre Noyola José<sup>7</sup>, Blanco Jarvio Anidia<sup>8</sup>, Valdespino Castillo Patricia<sup>8</sup>, Winkler Robert<sup>9</sup>, Franco Vázquez Diana<sup>10</sup>, Pérez Flores Laura<sup>10</sup>, Partida Martínez Laila P.<sup>11</sup>, Flores Nuñez Víctor M.<sup>11</sup>, Bello Bedoy Rafael<sup>12</sup>, López Sampedro Esteban<sup>13</sup>, León Tejera Hilda<sup>13</sup>, Honey Escandon Magali<sup>13</sup>, Licon Cassani Cuauhtémoc<sup>14</sup>, Figueroa Mario<sup>15</sup>, Beltrán Partida Ernesto<sup>16</sup>, Hugo Reynoso Víctor<sup>17</sup>, Venegas Reza María<sup>18</sup>, Manzano Mora Martha<sup>18</sup>, Arreguín Espinosa Roberto<sup>18</sup>, Trujillo Silva Daniela<sup>19</sup>, Barona Gómez Francisco<sup>20</sup>, Ramos Aboites Hilda<sup>20</sup>, Rodríguez Buenfil Ingrid<sup>21</sup>, Ramírez Suárez Juan<sup>22</sup>, Contreras Angulo Laura<sup>23</sup>, Palomino-Álvarez Lilian A.<sup>24</sup>, Suárez Mozo Nancy Yolimar<sup>24</sup>, Simoes Nuno<sup>24</sup>, Homá Canche Pedro<sup>24</sup>, Vázquez Flota Felipe<sup>25</sup>, Gamboa Angulo Marcela<sup>26</sup>, Martínez Castillo Jaime<sup>27</sup>, Moreno Ulloa Aldo<sup>1,28\*</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Innovación Biomédica, CICESE, Ensenada, C.P.22860; <sup>2</sup>Departamento de Biología de la Conservación, CICESE, Ensenada, C.P.22860; <sup>3</sup>Departamento de Biotecnología Marina, CICESE, Ensenada, C.P.22860; <sup>4</sup>Departamento de Microbiología Experimental, CICESE, Ensenada, C.P.22860; <sup>5</sup>Departamento de Oceanografía Biológica, CICESE, Ensenada, C.P.22860; <sup>6</sup>Cátedras CONACYT-CIAD, Culiacán, México C.P.80110; <sup>7</sup>CCG, UNAM, Cuernavaca, C.P.62210; <sup>8</sup>Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías, UABC, La Paz, C.P.23080; <sup>9</sup>Departamento de Biotecnología y Bioquímica, CINVESTAV, Irapuato, C.P.36824; <sup>10</sup>Departamento de Ciencias de la Salud, UAM, Ciudad de México, C.P.9340; <sup>11</sup>Departamento de Ingeniería Genética, CINVESTAV, Irapuato, C.P.36824; <sup>12</sup>Facultad de Ciencias, UABC, Ensenada, C.P.22860; <sup>13</sup>Facultad de Ciencias, UNAM, Ciudad de México, C.P.4510; <sup>14</sup>Escuela de Ingeniería y Ciencias, ITESM, Monterrey, C.P.64849; <sup>15</sup>Facultad de Química, UNAM, Ciudad de México, C.P.4510; <sup>16</sup>Instituto de Ingeniería, UABC, Mexicali, C.P.21280; <sup>17</sup>Instituto de Biología, UNAM, Ciudad de México, C.P.4510; <sup>18</sup>Instituto de Química, UNAM, Ciudad de México, C.P.4510; <sup>19</sup>IPICYT, San Luis Potosí, C.P.78216; <sup>20</sup>LANGEBIO, CINVESTAV, Irapuato, C.P. 36821; <sup>21</sup>Subsede sureste, CIATEJ. Mérida, C.P.97302; <sup>22</sup>Tecnología de Alimentos de Origen Animal, CIAD, Hermosillo, México C.P.83304; <sup>23</sup>Tecnología de Alimentos y Biotecnología, CIAD, Culiacán, C.P.80110; <sup>24</sup>UMDI-Sisal, UNAM, Sisal, C.P.54090; <sup>25</sup>Unidad Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, CICY, Mérida, C.P.97205; <sup>26</sup>Unidad de Biotecnología, CICY, Mérida, C.P.97205; <sup>27</sup>Unidad de Recursos Naturales, CICY, Mérida, C.P.97205; <sup>28</sup>Laboratorio MetPro, CICESE, Ensenada, C.P.22860. [jxool@cicese.mx](mailto:jxool@cicese.mx); [amoreno@cicese.mx](mailto:amoreno@cicese.mx)\*

México posee una gran riqueza de especies terrestres y marinas con el potencial de sintetizar metabolitos secundarios de interés biotecnológico y biomédico. Algunos estudios han identificado ciertos metabolitos de especies colectadas en el territorio del país, incluyendo principalmente plantas. No obstante, dichos estudios han sido limitados con respecto a la capacidad de analizar sistemáticamente varias especies, comparar los perfiles metabolómicos entre especies e identificar metabolitos. En este trabajo presen-

Mexico is rich in terrestrial and marine species with a biosynthetic capacity of producing secondary metabolites with biomedical and biotechnological applications. Few studies have identified metabolites in species collected in México, mainly from plants. However, those studies are limited in systematically analyzing numerous species, comparing metabolomic profiles among species and identifying metabolites. This work, presents preliminary evidence of the Project, Metabolomics of Mexico territory (acronym

tamos datos preliminares del Proyecto **MET**abolómica del territorio **México** (denominado MÉTxico), el cual trata de caracterizar los metabolomas de especies terrestres y marinas que habitan en el país. Esta información generada a nivel metabolómico incidirá en la bioprospección y quimiotaxonomía de especies, así como en la identificación de metabolitos con potencial biotecnológico y biomédico. **Metodología.** Se emplearon tres aproximaciones principales: 1) Recolección de especies terrestres y marinas a través de una colaboración multiinstitucional; 2) Extracción de los metabolomas (metanol:acetato de etilo:acetonitrilo) y adquisición de datos por LC-MS<sup>2</sup> (Agilent 1260 Infinity-Accurate Mass QTOF 6530). 3) Análisis e identificación de los metabolitos empleando software (Proteowizard, Cytoscape) y plataformas en línea de libre acceso (<https://gnps.ucsd.edu>) (Fig. 1A) (1,2). **Resultados.** Hasta ahora se han analizado 29 especies (plantas, bacterias, hongos, insectos) (Fig. 1B), cuyos metabolomas comprenden compuestos entre 100-1970 Da (Fig. 1C) pertenecientes a diversas clases químicas (Fig. 1D). Se identificaron compuestos con predominancia en ciertas especies, incluyendo flavonoides en plantas, fenil propanoides en animales (Fig. 1E), lipopéptidos en bacterias (Fig. 1F) y fitotoxinas en hongos (Fig. 1G). **Conclusiones.** Este estudio demuestra la relevancia del empleo de la LC-MS<sup>2</sup> y quimioinformática para entender el metabolismo y la diversidad química de especies.

**Palabras clave:** *Espectrometría de masas; Quimioinformática; Metabolómica.*

MÉTxico), that tries to characterize the metabolomes of terrestrial and marine species inhabiting the country. Such information, generated at the metabolomic level, will accelerate the bioprospecting and chemotaxonomic profiling of species and the identification of metabolites with biotechnological and biomedical applications. **Objective.** Metabolomic profiling of marine and terrestrial species inhabiting Mexico using liquid chromatography-high-resolution mass spectrometry in Tandem (LC-MS<sup>2</sup>) and chemoinformatics. Methods. We followed three steps: 1) Recolección of species from the national academic community through a multi-institutional collaboration; 2) Metabolomes extraction (methanol: ethyl acetate: acetonitrile) and data acquisition by LC-MS<sup>2</sup> (Agilent 1260 Infinity-Accurate Mass QTOF 6530); and 3) Analysis and identification of metabolites using software (Proteowizard, Cytoscape) and open-access platforms (<https://gnps.ucsd.edu>) (1,2). Results. Until now, we have acquired and analyzed LC-MS<sup>2</sup> data from 29 species (i.e., plants, bacteria, fungi, insects). Metabolites ranging from 100 to 1970 Da belonging to diverse chemical classes (according to Classyfire) are reported. Some metabolites have a predominance abundance in certain species, including flavonoids in plants, phenylpropanoids in animals, lipopeptides in bacteria, and phytotoxins in fungi. **Conclusions.** This study demonstrates the relevance of LC-MS<sup>2</sup> and chemoinformatics to understand the metabolism and chemical diversity of species.

**Key words:** *Espectrometría de masas; Quimioinformática; Metabolómica*