



*Avances en Investigación  
Agrícola, Pecuaria, Forestal,  
Acuícola, Pesquería,  
Desarrollo rural,  
Transferencia de tecnología,  
Biotecnología, Ambiente,  
Recursos naturales y  
Cambio climático*



## **Avances en Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático**

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.

Este libro digital se elaboró en el Centro de Investigación Regional Golfo Centro del INIFAP, en Medellín, Veracruz, en octubre de 2018. C. P. 94277. Teléfonos: (229) 262 22 03, 04, 05.

Avances en Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático. Año 2, No. 1, octubre 2018, es una publicación anual, editada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, calle Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina, Delegación Coyoacán, C. P. 04010, Ciudad de México, México, Tel. (55) 3871-8700, [www.inifap.gob.mx](http://www.inifap.gob.mx). Editor responsable: M.C. Sergio Alberto Curti Díaz. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2018-020610452000-203, ISSN: 2594-14X on line, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de este número Dr. Julio César Vinay Vadillo, Centro de Investigación Regional Golfo Centro del INIFAP. Km. 22.5 Carretera Veracruz-Córdoba, Paso del Toro, mpio. Medellín de Bravo, Ver. CP. 94277, Teléfonos: 229 262 22 03 al 05 y 01800 088 22 22, ext. 87809

<http://rcveracruz.org/doc/AvancesInvestigacionRC2018.pdf>

**La cita correcta es:**

Vinay, V. J. C., V. A. Esqueda E., O. H. Tosquy V., R. Zetina L., A. Ríos U., M. V. Vázquez H., A. L. Del Angel P. y C. Perdomo M. (comps.). 2018. Avances en Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático. INIFAP, CP, UACH, INAPESCA, UV, TecNM. Medellín, Ver., México. Año 2, Núm. 1, 1849 p.



# índice

INVESTIGACIÓN-ACCIÓN PARTICIPATIVA PARA FOMENTAR PROCESOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN PRODUCTORES DE CAFÉ DE VERACRUZ	1433
Juan Ángel Tinoco Rueda y Jaquelina Vivanco González	
ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN DE LOS PRODUCTORES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS GGAVATT DEL ESTADO DE GUANAJUATO	1441
América Alejandra Luna Estrada y Tomás Arturo González Orozco	
PROCESO DE CAPACITACIÓN PARA CONTRARRESTAR DAÑOS POR ROYA DEL CAFETO <i>Hemileia vastatrix</i> Berk et Br. EN MÉXICO	1452
Rosalío López Morgado, Luis Eduardo García Mayoral y Modesto Carlos Castillo Guerrero	
IMPLEMENTACIÓN DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN COMUNIDADES DE ALTA MARGINACIÓN, COMO PROCESO DE MEJORA PARA GENERAR INGRESOS	1467
Eileen Salinas Cruz, Jesús Martínez Sánchez, Mariano Morales Guerra, Romualdo Vásquez Ortiz, David H. Noriega Cantú y José Rafael Contreras Hinojosa	
ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN LA OPERACIÓN DE HUERTOS ESCOLARES	1478
María Herlinda López Armas y María del Carmen Álvarez Ávila	

## BIOTECNOLOGÍA

ESTABLECIMIENTO Y MULTIPLICACIÓN <i>In vitro</i> DE PIMIENTA GORDA ( <i>Pimenta dioica</i> L. Merrill)	1494
Arely López Flores, Sugey Vásquez Hernández, Martín Mata Rosas, Maricela Santiago Santiago y Jericó Jabín Bello Bello	
PROPAGACIÓN <i>In vitro</i> DE MALANGA ( <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott)	1503
Eucario Mancilla Álvarez, Rosalía Núñez Pastrana, Samantha Arano Ávalos, Alberto Asiaín Hoyos y Jericó Jabín Bello Bello	
IDENTIFICACIÓN DEL AEROSOL BIOLÓGICO AÉREOTRANSPORTADO ENTRE SIERRA NEVADA Y GRANADA, ESPAÑA	1512
Diana Uresti Durán, Paloma Cariñanos González, Hassan Lyamani y Lucas Alados Arboledas	
BIOFERTILIZACIÓN DE <i>Lactuca sativa</i> L. EN SUELOS ESTERILIZADOS CON EXTRACTOS BOTÁNICOS	1526
Isabel Alemán Chávez, Ramón Zulueta Rodríguez, Enrique Ángel Núñez Sánchez, Carmen Núñez Camargo, Fernando Hernández Báez, Gerardo Castro Bobadilla y Liliana Lara Capistrán	
REGENERACIÓN <i>In vitro</i> DE BROTES DE ESTEVIA ( <i>Stevia rebaudiana</i> B.) UTILIZANDO NANOPARTÍCULAS DE PLATA	1536
Celia Guadalupe Castro González, Jericó Jabín Bello Bello, Mariana González Torres, Nina Bogdanchikova y Fernando Carlos Gómez Merino	
DETERMINACIÓN DE TAMAÑO ÓPTIMO DE YEMAS DE CAÑA DE AZÚCAR ( <i>Saccharum spp.</i> ) PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS ARTIFICIALES	1546
Raymundo Hernández Espinoza, Jericó Jabín Bello Bello, Maurilio Mendoza Mexicano y Fernando Carlos Gómez Merino	
PROTOCOLO DE EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA PARA LA REGENERACIÓN <i>In vitro</i> DE <i>Rhynchosphaera glauca</i> (Lindley) Schltr	1553
Dalia Moreno Tepole, Hilda Eulalia Lee Espinosa, María Elena Galindo Tovar y Joaquín Murguía González	



## **BIOFERTILIZACIÓN DE *Lactuca sativa* L. EN SUELOS ESTERILIZADOS CON EXTRACTOS BOTÁNICOS**

Isabel Alemán Chávez<sup>330</sup>, Ramón Zulueta Rodríguez<sup>330</sup>, Enrique Ángel Núñez Sánchez<sup>330</sup>, Carmen Núñez Camargo<sup>330</sup>, Fernando Hernández Baz<sup>331</sup>, Gerardo Castro Bobadilla<sup>331</sup> y Liliana Lara Capistrán<sup>332\*</sup>

### **Resumen**

El uso cotidiano de productos químicos para esterilizar suelos provoca contaminación ambiental y detrimento de la fertilidad una vez que finaliza el proceso. Sin embargo, existen familias botánicas que contienen compuestos fitoquímicos capaces de combatir plagas y enfermedades, cuya eficacia y reducción del impacto negativo sobre los sistemas de producción de alimentos puede magnificarse en presencia de hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Por ello, el objetivo de este trabajo fue estimar la respuesta de la lechuga orejona (*Lactuca sativa* L.) a la inoculación micorrízica en suelos esterilizados con extractos naturales. El experimento se realizó bajo condiciones de campo, en el rancho agroecológico *El Equimite*, ubicado a 2 km de Coatepec, Veracruz, México. Se evaluaron seis tratamientos: T1: (suelo estéril con extracto de rábano e inoculación con HMA, SECERHMA), T2: (suelo estéril con extracto de rábano sin inoculación con HMA, SECERSHMA), T3: (suelo estéril con extracto de brócoli e inoculación con HMA, SECEBCHMA), T4: (suelo estéril con extracto de brócoli sin inoculación con HMA, SECBSHMA), T5: (suelo sin esterilizar e inoculado con HMA, SSECHMA) y T6: (suelo sin esterilizar y sin inoculación, SSESHMA), cada uno con 25 repeticiones. Se inocularon semillas de lechuga orejona con el consorcio MTZ1-UV y se re-inocularon al momento del trasplante a campo. Las variables evaluadas y ponderadas fueron: altura de la planta, número de hojas, índice verde y porcentaje de colonización radicular. Se realizó un análisis

<sup>330</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana, campus Xalapa, Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91000, Xalapa, Ver., México.

<sup>331</sup> Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, campus Xalapa, Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91000, Xalapa, Ver., México.

<sup>332</sup> Centro de Investigación Atmosférica y Ecológica. UPAV. Calle Ravel #33, Colonia Indeco Ánimas, C.P. 91190, Xalapa, Ver., México. \*llara\_capistran@hotmail.com



de varianza con el software SAS (versión 9.1) para Windows, las medias fueron comparadas por la prueba *DSM de Fisher* ( $\alpha= 0.05$ ). Se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos para todas las variables evaluadas (*DSM de Fisher*,  $P\leq 0.05$ ), siendo SECEBCHMA el mejor tratamiento con incrementos de 22% en altura, 39% en número de hojas, 5% en contenido de clorofila y 78% de colonización radicular. Los resultados revelan lo provechosos que pueden ser los extractos botánicos y los HMA en actividades de producción a pequeña, mediana o gran escala, donde la esterilización del suelo es imprescindible para mejorar la producción de biomasa comercializable de esta especie hortícola.

**Palabras clave:** isiotiocianatos, simbiosis micorrízica, brócoli, rábano

## Introducción

*La mayor parte de los productores utilizan productos sintéticos para la desinfección del suelo o sustrato de las eras o camas de siembra, aun a sabiendas de que el uso inadecuado e intensivo de estos materiales resulta nocivo para el medio físico y biótico. Sin embargo, existen alternativas orgánicas entre las que diversas especies de la familia Brassicaceae destacan por su alto potencial antimicrobiano (Dufour et al., 2015). En este contexto, la literatura especializada resalta la eficacia de los isiotiocianatos contenidos en el rábano (*Raphanus sativus L.*) (Monfort et al., 2007; Yim et al., 2016) y en el brócoli (*Brassica oleracea L.*) (Monfort et al., 2007; Sotelo et al., 2015) para eliminar o inactivar agentes patógenos del suelo; además de que sus cualidades biocidas pueden dar lugar a impactos indiferenciados sobre microorganismos que no son el objetivo (Hu et al., 2014). Por ello, se hace indispensable la adición de biofertilizantes que no solo faciliten la nutrición mineral de los cultivos, sino que favorezcan la calidad e inocuidad de la biomasa cosechable sin depender de insumos convencionales para la sostenibilidad de la producción agrícola (Monroy y Peña, 2014). De entre los microorganismos rizosféricos, cuya capacidad para asociarse con las plantas es innata, destacan los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) pues estos son capaces de formar una simbiosis funcional con raíces de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas en diversos ecosistemas y agroecosistemas, de tal modo*



que la identificación de ambos componentes biológicos y comprobación de su sinergia es fundamental para generar procesos agrícolas más productivos y con menor impacto ambiental (Garzón, 2016). El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) a la inoculación micorrízica en suelos esterilizados con extractos naturales de rábano (*R. sativus*) y brócoli (*B. oleracea*) bajo condiciones de campo.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El trabajo se realizó en el rancho agroecológico El Equimite, ubicado a 2 km a las afueras de Coatepec, Ver., México, en las coordenadas GPS: Longitud (dec): -96.969167, Latitud (dec): 19.475278 y 1,220 m de altitud.

### Diseño experimental y descripción de tratamientos

Se utilizó el diseño de bloques al azar con seis tratamientos: T1: suelo estéril con extracto de rábano e inoculación con HMA (SECERHMA), T2: suelo estéril con extracto de rábano sin inoculación con HMA (SECERSHMA), T3: suelo estéril con extracto de brócoli e inoculación con HMA (SECEBCHMA), T4: suelo estéril con extracto de brócoli sin inoculación con HMA (SECBSHMA), T5: suelo sin esterilizar e inoculado con HMA (SSECHMA) y T6: suelo sin esterilizar y sin inoculación (SSESHMA), con tres bloques y 25 repeticiones dentro de cada uno.

### Preparación del terreno

Los tratamientos se establecieron en una superficie de 200 m<sup>2</sup> subdividida en 18 cuadrantes distribuidos en tres camas de cultivo de 1.20 m de ancho por 20 m de largo. Se dispusieron tres bloques por tratamiento, dentro de cada bloque 25 plantas (unidades experimentales). El deshierbe, afloje y nivelación de las camas se realizó con ayuda de una pala, un rastrillo y un azadón.



## Preparación de los extractos botánicos

Las brasicáceas *R. sativus* y *B. oleracea* se compraron en el mercado local. De las primeras se utilizaron las inflorescencias y de las segundas la raíz principal. Los órganos de vida vegetativa elegidos se lavaron con agua corriente, se colocaron sobre papel secante y se picaron. El material fraccionado se pesó en proporciones similares (500 g) y se colocaron en un recipiente con 3 L de alcohol etílico o etanol ( $C_2H_6O$  o conservando el OH,  $C_2H_5OH$  al 70%). Se dejaron reposar por 30 días con el fin de extraer los compuestos volátiles con potencial fungicida. De la solución obtenida, se filtró y se preparó una solución ‘stock’ (1:20) extracto:agua, de la cual se preparó la concentración al 0.5% (v/v). Las soluciones se conservaron en frascos ámbar cubiertos con aluminio y en refrigeración hasta el momento de su utilización.

## Aplicación de los extractos botánicos

Para la aplicación de los extractos botánicos se utilizaron mochilas de aspersión manual de 15 L. Las aplicaciones comenzaron después de haber preparado el terreno. Este se regó hasta quedar a capacidad de campo, las aplicaciones se realizaron una sola vez y el área tratada se cubrió con plástico negro por 72 h. A continuación, el suelo se destapó y ventiló por espacio de tres días; posteriormente las plántulas de lechuga (*L. sativa*) se trasplantaron y biofertilizaron.

## Adición del biofertilizante

La germinación y micorrización de plántulas de lechuga de la variedad orejona se efectuó en cajas de madera que contenían arena de banco e inóculo micorrizógeno (10 g del consorcio MTZ1-UV) y al momento del trasplante a campo (20 días) se re-inocularon con 5 g del biofertilizante por plántula.

## Variables de respuesta

Para evaluar con precisión el efecto de la micorrización sobre el crecimiento de las plántulas de *L. sativa*, se registraron las siguientes variables ponderadas: altura de la planta (cm) la cual fue medida con regla graduada a partir de la base hasta el ángulo superior del meristemo apical donde se forman los primordios foliares, número de hojas por conteo



directo, índice verde (IV) determinado con un clorofilómetro CM-1000 (FieldScout Chlorophyll Meter-Spectrum® Technologies, Inc.) que mide la reflectancia foliar en las longitudes de onda de 700 a 800 nm y, la presencia de estructuras micorrizógenas (hifas, arbúsculos y/o vesículas) en raíces y/o raicillas de cada tratamiento y repetición, cuantificadas por el método de Phillips y Hayman (1970).

### **Análisis de suelos**

Los análisis físicos y químicos de las muestras de suelo antes y tras finalizar el experimento se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana, campus Xalapa, con la asesoría de la M. C. Teresita de Jesús May Mora, utilizando métodos estandarizados y especificaciones en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.

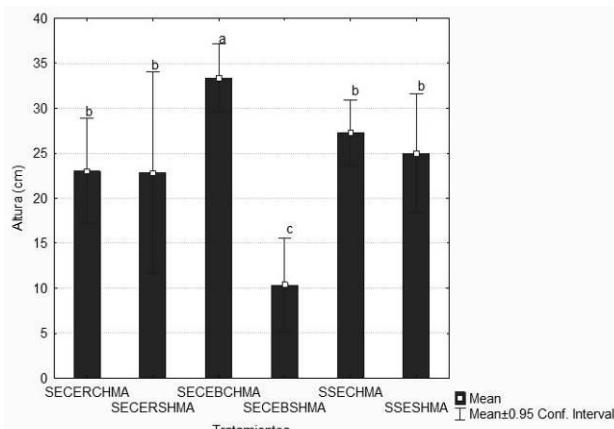
### **Análisis estadístico**

Se aplicaron pruebas de contraste de la normalidad y gráficos. Luego de comprobar la fiabilidad estadística de los datos obtenidos, las variables evaluadas se analizaron mediante un ANOVA y se aplicó la diferencia significativa mínima (DSM) de Fisher, con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0.05$ ) con software STATISTICA (versión 9.1 StatSoft Inc., Tulsa, USA) para Windows.

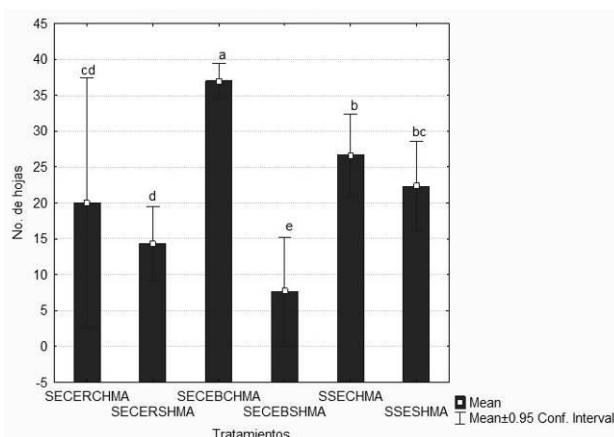
### **Resultados y discusión**

El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre los tratamientos para todas las variables evaluadas (DSM de Fisher,  $P \leq 0.05$ ), destacándose la respuesta obtenida con el extracto de brócoli y el consorcio micorrizógeno MTZ1-UV con frecuencia el 78% de colonización radicular, al evidenciar incrementos del 22% en altura (Figura 1), 39% en el número de hojas (Figura 2) y 5% en el contenido relativo de clorofila en las hojas (Figura 3) respecto a las plántulas del tratamiento testigo.

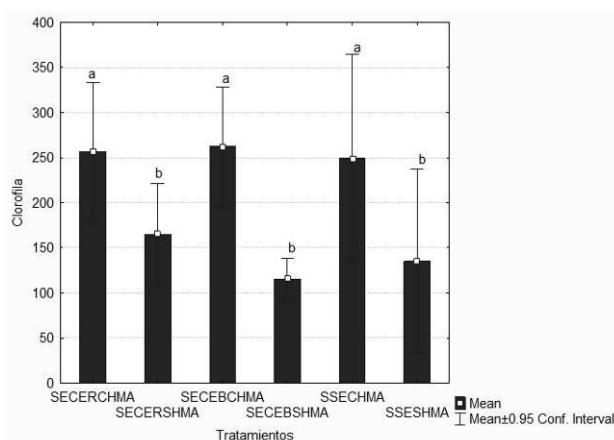




**Figura 1.** Análisis estadístico para la variable altura de plantas agrupada por tratamiento y evaluada a los 43 días después del trasplante e inoculación. Letras iguales en la misma columna representan igualdad estadística (DSM de Fisher,  $P\leq 0.05$ ).



**Figura 2.** Análisis estadístico para la variable número de hojas agrupada por tratamiento y evaluada a los 43 días después del trasplante e inoculación. Letras iguales en la misma columna representan igualdad estadística (DSM de Fisher,  $P\leq 0.05$ ).



**Figura 3.** Análisis estadístico para la variable cantidad de clorofila agrupada por tratamiento y evaluada a los 43 días después del trasplante e inoculación. Letras iguales en la misma columna representan igualdad estadística (DSM de Fisher,  $P\leq 0.05$ ).



La respuesta registrada bien pudo deberse en parte al potencial biocida de los isoftiocianatos de *B. oleracea* para controlar afectaciones por hongos patógenos (Dunne *et al.*, 2003; Troncoso *et al.*, 2005) y nemátodos (Henderson *et al.*, 2009), también pudo deberse al establecimiento de una simbiosis funcional que inicia con la formación de arbuscamentos, el desarrollo de arbúsculos y la simultánea regulación de la captación e intercambio de fosfato micorrízal (Bucher *et al.*, 2014). En la Figura 4 se observan los efectos de la inoculación micorrízica en plantas de lechuga de la variedad orejona; en el Cuadro 1 se presenta el análisis realizado a los suelos de los tratamientos evaluados, matizándose que el tipo de extracto botánico aplicado y los niveles de CE fueron de 2.1, siendo moderadamente salinos a 0.1 muy ligeramente salino.



**Figura 4. Efecto de la biofertilización y aplicación de los extractos botánicos de *R. sativus* y *B. oleracea*. Suelo esterilizado con extractos de brócoli e inoculado con HMA (izquierda), suelos esterilizados con extractos de brócoli sin inóculo micorrízico (derecha).**

**Cuadro 1. Análisis físico y químico del suelo correspondiente a los tratamientos evaluados.**

Determinación	Valor referencial antes de montar el experimento	Designación	Valor referencial al finalizar el experimento		Designación	Norma Oficial Mexicana (NOM)
			CEB*	CER**		
Arena	48.00%					NOM-021
Textura Arcilla	18.00%	Migajón	Migajón	Migajón		RECANT-2000
Limo	34.00%					AS-09
pH (1:2)	5.6	Moderadamente ácido	6.6	6.6	Moderadamente ácido	NOM-021- SEMARNAT-2000 AS-02
Materia orgánica (Walkley-Black)	12.10%	Rico	12.22%	12.33%	Rico	NOM-021- SEMARNAT-2000 AS-07
Nitrógeno inorgánico (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> y NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0.6 mg kg <sup>-1</sup>	Pobre	0.6 mg kg <sup>-1</sup>	0.6 mg kg <sup>-1</sup>	Pobre	NOM-021- SEMARNAT-2000 AS-08



**Continúa Cuadro 1...**

Determinación	Valor referencial antes de montar el experimento	Designación	Valor referencial al finalizar el experimento		Designación	Norma Oficial Mexicana (NOM)
			CEB*	CER**		
Fósforo extraíble (Bray P1)	80 mg kg <sup>-1</sup>	Rico	50 mg kg <sup>-1</sup>	60 mg kg <sup>-1</sup>	Rico	NOM-021- SEMARNAT-2000 AS-11
Potasio intercambiable	322 mg kg <sup>-1</sup>	Rico	100 mg kg <sup>-1</sup>	100 mg kg <sup>-1</sup>	Rico	NOM-021- SEMARNAT-2000 AS-12
Calcio intercambiable	14.7 mg kg <sup>-1</sup>	Alta	15.8 mg kg <sup>-1</sup>	15.99 mg kg <sup>-1</sup>	Alta	NOM-021- SEMARNAT-2000 AS-12
Magnesio intercambiable	2.5 mg kg <sup>-1</sup>	Mediana	3.5 mg kg <sup>-1</sup>	3.5 mg kg <sup>-1</sup>	Alta	NOM-021- SEMARNAT-2000 AS-12
C Orgánico (%)	2.24%	Mediano	2.5%	2.6%	Mediano	NOM-021- SEMARNAT-2000 AS-07
C.E. (dS/m)	2.1	Moderadamente salino	0.1	0.1	Muy ligeramente salino	NOM-021- SEMARNAT-2000 AS-19

\* CEB, con extracto de brócoli \*\* CER, con extracto de rábano.

## Conclusiones

- La mejor respuesta se obtuvo utilizando el extracto botánico de brócoli y la biofertilización con el consorcio micorrizógeno MTZ1-UV, lo cual se perfila como una alternativa viable para contribuir al cuidado del suelo y del ambiente, mejorar la cosecha de esta especie hortícola sin la imperativa necesidad de utilizar agroquímicos e incrementar los beneficios económicos del productor.

## Agradecimientos

A la Dra. Dora Trejo Aguilar, por la donación del inóculo micorrizógeno MTZ1-UV, al personal del rancho agroecológico *El Equimite* por las facilidades otorgadas para la realización de este estudio y a la maestra Teresita May Mora, por el apoyo y la asesoría brindadas en el Laboratorio universitario a su digno cargo.



## Literatura citada

- Bucher, M., Hause, B., Krajinski, F. and Küster, H. 2014. Through the doors of perception to function in arbuscular mycorrhizal symbioses. *New Phytol.* 204(4):833-840.
- Dufour, V., Stahl, M. and Baysse, C. 2015. The antibacterial properties of isothiocyanates. *Microbiol.* 161:229-243.
- Dunne, C. P., Dell, B. and Hardy, G. E. St J. 2003. The effect of biofumigants on the vegetative growth of five *Phytophthora* species *in vitro*. *Acta Hortic.* 602:45-51.
- Garzón, L. P. 2016. Importancia de las micorrizas arbusculares (MA) para un uso sostenible del suelo en la Amazonia colombiana. *Luna Azul* 42:217-234.
- Henderson, D. R., Riga, E., Ramírez, R. A., Wilson, J. and Snyder W. E. 2009. Mustard biofumigation disrupts biological control by *Steinernema* spp. nematodes in the soil. *Biol. Control* 48(3):316-322.
- Hu, P., Hollister, E. B., Somenahally, A. C., Hons, F. M. and Gentry, T. J. 2014. Soil bacterial and fungal communities respond differently to various isothiocyanates added for biofumigation. *Front. Microbiol.* 5:729.
- Monroy A., A. y Peña B., J. C. 2014. Biofertilizantes. Sustento de una agricultura orgánica. Ciencia y Desarrollo. <http://www.cienciaydesarrollo.mx/?p=home&id=552> [consultado el 29 de junio de 2018].
- Monfort, W. S., Csinos, A. S., Desaege, J., Seebold, K., Webster, T. M. and Díaz-Perez, J. C. 2007. Evaluating *Brassica* species as an alternative control measure for root-knot nematode (*M. incognita*) in Georgia vegetable plasticulture. *Crop Prot.* 26(9):1359-1368.
- Phillips, J. M. and Hayman D. S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment to infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 55:158-161.
- Sotelo, T., Lema, M., Soengas, P., Cartea, M. E. and Velasco, P. 2015. *In vitro* activity of glucosinolates and their degradation products against *Brassica*-pathogenic bacteria and fungi. *Appl. Environ. Microbiol.* 81:432-440.



Troncoso, R., Espinoza, C., Sánchez-Estrada, A., Tiznado, M. E. and García, H. S. 2005.

Analysis of the isothiocyanates present in cabbage leaves extract and their potential application to control *Alternaria* rot in bell peppers. Food Research International 38(6):701-708.

Yim, B., Hanschen, F. S., Wrede, A., Nitt, H., Schreiner, M., Smalla, K. and Winkelmann, T.

2016. Effects of biofumigation using *Brassica juncea* and *Raphanus sativus* in comparison to disinfection using Basamid on apple plant growth and soil microbial communities at three field sites with replant disease. Plant and Soil 406(1-2):389-408.

