

# El Agro Veracruzano 2015

Compilación: Ana Lid del Angel Pérez



**ACADEMIA VERACRUZANA  
DE CIENCIAS**  
AGRÍCOLAS, PECUARIAS, FORESTALES,  
ACUÍCOLAS Y PESQUERAS, A.C.

**Academia Veracruzana de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales,  
Acuícolas y Pesqueras, A.C.**

**Dra. Ana Lid del Angel Pérez**  
Presidente 2013-2015

**M.C. Ramiro Sanchez Uranga**  
Presidente 2015

**Dra. Fabiola Lango Reynoso**  
Vicepresidente

**Dr. Juan Guillermo Cruz Castillo**  
Secretario del Interior

**Dr. Felipe Gallardo López**  
Tesorero

**Dra. Jacel Adame García**  
**Dra. María Elena Galindo Tovar**  
Vocales Agrícolas

**M.C. Baldomero Molina Sánchez**  
Vocal Pecuario

**Dra. María del Refugio Castañeda Chávez**  
Vocal Acuícola y Pesquera

**Dr. Otto Raúl Leyva Ovalle**  
Vocal Forestal

**Dr. Juan Salazar Ortíz**  
**Dra. Hilda Eulalia Lee Espinoza**  
Vocales de Desarrollo Rural

**M.C. Enrique Mercado Rodríguez**  
Presidente del Consejo de Vigilancia

**Dra. María de Jesús Martínez Hernández**  
Secretaria del Consejo de Vigilancia

**M.C. Martín Pavón Rivera**  
Presidente de la Junta de Honor y Justicia

**Dr. Manuel Villarruel Fuentes**  
Secretario de la Junta de Honor y Justicia

**M.C. Martha Eugenia Valdovinos Terán**  
Secretaria de la Junta de Honor y Justicia

# **Comité Institucional de la XXVII Reunion Científica, Tecnológica, Forestal y Agropecuaria, Veracruz 2014 Y VI del Trópico Mexicano**

**Instituto Tecnológico Superior de Zongolica**

**Academia Veracruzana de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales, Acuícolas y Pesqueras, A.C.**

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP. CIR-Golfo Centro Universidad Veracruzana (UV), Facultad de Biología, Xalapa, Ver.**

**Universidad Veracruzana (UV), Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Peñuela, Ver.**

**Universidad Veracruzana (UV), Facultad de Ciencias Agrícolas, Xalapa, Ver.**

**Universidad Veracruzana (UV), Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción, Acayucan, Ver.**

**Universidad Veracruzana (UV), Instituto de Ciencias Marinas Y Pesquerías**

**Universidad Veracruzana (UV), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Veracruz, Ver.**

**Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Oriente (CRUO)**

**Universidad Politécnica de Huatusco**

**Colegio de Postgraduados (CP), Campus Córdoba.**

**Colegio de Postgraduados (CP), Campus Veracruz.**

**Colegio Estatal de Médicos Veterinarios Zootecnistas de Veracruz, A.C.**

**Colegio Estatal de Ingenieros Agrónomos de Veracruz, A.C.**

**Unidad de Capacitación para el Desarrollo Rural (UNCADER)**

**Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván**

**Instituto Tecnológico de Alvarado**

**Instituto Tecnológico Superior de Huatusco**

**Instituto Tecnológico de Boca del Río (ITBOCA)**

**Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza**

**Instituto Tecnológico Superior de Juan Rodríguez Clara**

**Dirección de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA)**

**Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG)**

M.C. Miguel Ángel de la Torre Loranca

Dra. Ana Lid del Ángel Pérez

M.C. Sergio Alberto Curti Díaz

M.C. Héctor Venancio Narave Flores

Dr. Otto Raúl Leyva Ovalle

Dr. Gustavo Ortiz Ceballos

M.C. Carlos Serna García

Dra. Ma. de Lourdes Jiménez Badillo

M.C. Francisco Velázquez Sarmiento

Dr. Benigno Rodríguez Padrón

M.A. Catalina Ortíz Muñiz

Dr. Victorino Morales Ramos

Dr. Juan Lorenzo Reta Mendiola

MVZ. Oswaldo Fernández Solís

M.C. Martín Pavón Rivera

Ing. Enrique Reyes Altamirano

M.A. Marco Antonio Díaz Ramos

Ing. Tomás Hipólito Tiburcio

Ing. David Gerardo Velasco González

M.C. José Manuel Rosado Pérez

Ing. Carlos Zamudio Osorio

M.D. Williams Quiroz Lopéz

Dr. Cesar Turrent Fernández

Ing. Oswaldo Chazaro Montalvo

# **El Agro Veracruzano 2015**

## **Vol. II**

**Academia Veracruzana de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales,  
Acuícolas y Pesqueras, A.C.**

Boca del Río Ver., México  
Septiembre, 2015

**Academia Veracruzana de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales,  
Acuícolas y Pesqueras, A.C.**

**“El Agro Veracruzano 2015”**

**ISBN: 978-607-96939-2-3**

Primera Edición 2015

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.

**ÍNDICE**  
**VOLUMEN II**

<b>AGRICULTURA.....</b>	<b>2</b>
<b>DAÑOS Y DIAGNOSIS DE BARRENADORES DEL TALLO EN CAÑA DE AZUCAR EN LA REGION CHONTALPA, TABASCO, MÉXICO.</b> Vidal Hernández García, Rodolfo Osorio Osorio, Luis Ulises Hernández Hernández.....	<b>3</b>
<b>RESPUESTA MORFO/FISIOLÓGICA DE DOS VARIETADES DE ALBAHACA (<i>Ocimum basilicum</i> L.) A LA INOCULACIÓN CON HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES.</b> Ramón Zulueta Rodríguez, Sergio D. Valerio Landa, Bernardo Murillo Amador, Liliana Lara Capistrán, Alejandra Nieto Garibay, Luis G. Hernández Montiel.....	<b>14</b>
<b>APLICACIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN LA FLORACIÓN, CUAJADO Y RENDIMIENTO DE LIMÓN PERSA (<i>Citrus latifolia</i> Tan.).</b> Humberto Mata Alejandro, María Elena Galindo Tovar, Otto Raúl Leyva Ovalle, Joaquín Murguía González.....	<b>31</b>
<b>LA VARIETADE GARNICA DE <i>Coffea arabica</i> L.</b> Andrés Rivera Fernández, Cecilio Villarreal Ruiz.....	<b>46</b>
<b>ACUACULTURA Y PESCA.....</b>	<b>58</b>
<b>FACTORES RELACIONADOS CON LA PRESENCIA DE <i>VIBRIOS</i> PATÓGENOS EN UN CICLO DE CULTIVO DE CAMARÓN <i>Litopenaeus vannamei</i>, EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO.</b> Jesús Eduardo Perea Agustín1, María del Refugio Castañeda Chávez, Fabiola Lango Reynoso, Leonardo Cárdenas Martínez, Cesareo Landeros Sánchez.....	<b>59</b>
<b>HELMINTOS PARÁSITOS DEL PEZ SAPO <i>Scorpaena brasiliensis</i> DEL ARRECIFE EL CABEZO, PNSAV, VERACRUZ. MÉXICO.</b> Jesús Montoya Mendoza, Sandra Edith Badillo López, Fabiola Lango Reynoso, María del Refugio Castañeda Chávez; Itzel Galaviz Villa.....	<b>79</b>
<b>METALES PESADOS EN ESPECIES INVASORAS DEL SISTEMA FLUVIO-LAGUNAR-DELTAICO DEL RÍO PALIZADA.</b> Enrique Jarquín Raymundo, Fabiola Lango Reynoso, María del Refugio Castañeda Chávez, Armando T Wakida Kusunoki, Cesáreo Landeros Sánchez.....	<b>84</b>

**ANÁLISIS DE CADENAS PRODUCTIVAS: HACIA LA COMPETITIVIDAD DE LA TILAPIA CULTURA MEXICANA.** Verónica Lango Reynoso, Katia A. Figueroa Rodríguez, Juan L. Reta Mendiola, Alberto Asiain Hoyos, Felipe Gallardo López, Fabiola Lango Reynoso.....**99**

**PECUARIA.....118**

**CARACTERIZACIÓN GENÉTICA POR MICROSATELITES DE UN HATO DE VACAS DE LA RAZA CRIOLLO LECHERO TROPICAL, EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO.** Amado Manuel Canales Vergara, Patricia Cervantes Acosta, Antonio Hernández Beltrán, Amparo Martínez Martínez, Landi Vincenzo, Juan Vicente Delgado Bermejo, Belisario Domínguez Mancera, Bernardo López Yañez.....**119**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA PARA SER USADO EN EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y PH DEL RUMEN DE BOVINOS.** Pedro J. García R., Antonio Hernández B., Héctor Díaz D., Arabia D. Zamora P., Joel Molina R., Belisario Domínguez M., Patricia Cervantes A., Adalberto Tejeda M, Alfonso C. García R., Sergio Vergara L, Alma N. Ibarra M.....**134**

**EPIDEMIOLOGÍA DE LA PARATUBERCULOSIS EN OVINOS DE LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO.** Cecilia Nákid Cordero, David Itzcoatl Martínez Herrera, José Alfredo Villagómez Cortés, Alvaro Peniche Cardeña, Miguel Arcángel Rodríguez Chessani, José Francisco Morales Alvarez , Ricardo Flores Castro.....**152**

**EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN AGONISTA DE GnRH EN LA SUPEROVULACIÓN DE OVEJAS PELIBUEY.** Fernando Romero Santillán, César Cortez Romero, Juan Salazar Ortiz, Jaime Gallegos Sánchez.....**167**

**DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL DE LA TOXOPLASMOSIS CAPRINA EN EL ESTADO DE VERACRUZ.** Javier Cruz Huerta Peña, David Itzcoatl Martínez Herrera, Álvaro Enrique de Jesús Peniche Cardeña, Violeta Trinidad Pardío Sedas, José Alfredo Villagómez Cortés, Aldo Israel Huerta Peña, José Francisco Morales Álvarez, Ricardo Flores Castro.....**174**

**ADICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS DURANTE UN PERIODO CORTO EN OVEJAS PRIMALAS INSEMINADAS MEDIANTE LAPAROSCOPIA.** Rafael Nieto Aquino, Ma. Teresa Sánchez-Torres, Octavio Mejía Villanueva, José Luis Figueroa Velasco, Lorenzo Olivares Reyna, Jesús G Peralta Ortiz, José Luis Cordero Mora, Pedro Molina Mendoza, Jorge Vargas Monter, J. Cruz Ortiz Vázquez.....**184**

**GRASA DE SOBREPASO EN OVEJAS CON DIFERENTE ESPESOR DE GRASA DORSAL, RESPUESTA HORMONAL Y PRINCIPALES VARIABLES REPRODUCTIVAS.** Rafael Nieto Aquino, Ma. Teresa Sánchez Torres, Octavio Mejía Villanueva, José Luis Figueroa Velasco, Lorenzo Olivares Reyna, Jesús G. Peralta Ortiz, José Luis Cordero Mora, Pedro Molina Mendoza, Jorge Vargas Monter, J. Cruz Ortiz Vázquez.....**198**

**REGULACIÓN DE LA HOMEOSTASIS ENERGÉTICA, PROTEICA Y ENDOCRINA DURANTE EL PERIODO DE TRANSICIÓN EN VACAS DE LECHERÍA TROPICAL.** Sandra Trujillo Hernández, Patricia Cervantes Acosta, Antonio Hernández Beltrán, Yasser Kayser Alarcón, Belisario Domínguez Mancera, José Antonio Andrade Salas.....**214**

**DESARROLLO RURAL.....229**

**TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PIÑA MD-2 (*Ananas comosus var. comosus*) DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO.** Marco Antonio Toral Juárez, Ana Lid del Angel Pérez , Jorge Benavides Ursua.....**230**

**ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE LA COMPETITIVIDAD TERRITORIAL DE LA ZONA PIÑERA DEL SUR DEL ESTADO DE VERACRUZ.** Sorelly Ramírez Romero.....**245**

**IMPACTO DEL PROGRAMA OPORTUNIDADES EN ESTRATEGIAS DE REPRODUCCIÓN SOCIAL EN LA LOCALIDAD PASO REAL, MPIO. MANLIO F. ALTAMIRANO: ESTUDIO DE CASO.** Víctor Daniel Cuervo Osorio, Natalie López García, Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera, Octavio Ruiz Rosado.....**262**

**AGROBIODIVERSIDAD Y MANEJO DEL HUERTO FAMILIAR, SU CONTRIBUCIÓN A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA, EN EL MUNICIPIO DE PASO DE OVEJAS, VERACRUZ.** Adlay Reyes Betanzos, María del Carmen Álvarez Ávila, José María Ramos Prado, Silvia Del Amo Rodriguez.....**277**

**VISIÓN CRÍTICA DE LA APLICACIÓN DEL EXTENSIONISMO EN LA ZONA PIÑERA DEL SUR DE VERACRUZ, MÉXICO.** Sorelly Ramírez Romero, María de Lourdes Andrea Cortes Espinosa, Norma Llín Muñoz Román.....**292**



# 22

## RESPUESTA MORFO/FISIOLÓGICA DE DOS VARIEDADES DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L.) A LA INOCULACIÓN CON HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Ramón Zulueta Rodríguez<sup>1</sup>, Sergio D. Valerio Landa<sup>1</sup>, Bernardo Murillo Amador<sup>2</sup>, Liliana Lara Capistrán<sup>1</sup>, Alejandra Nieto Garibay<sup>2</sup>, Luis G. Hernández Montiel<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas (FCA), Universidad Veracruzana, *Campus* Xalapa, Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090, Xalapa, Veracruz, México

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, 23090, La Paz, Baja California Sur, México  
Autor por correspondencia: lhernandez@cibnor.mx

### Resumen

1. En México, el estado de Baja California Sur cuenta con la mayor producción nacional en plantas aromáticas, siendo la albahaca (*Ocimum basilicum* L.), el principal cultivo de exportación debido a su demanda para uso culinario, industrial, farmacéutico, entre otros.
2. Se estudió el efecto de dos consorcios nativos de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) sobre parámetros morfológicos y fisiológico de dos variedades de albahaca (*Nuffar* y *Bush Spicy Globe*), comparando su respuesta con plantas fertilizadas orgánicamente.
3. Después de 120 días de inoculadas las plantas se determinó: altura, área foliar, longitud de raíz, biomasa, tasa neta de asimilación de CO<sub>2</sub>, conductancia estomática, tasa de transpiración, potencial hídrico foliar, clorofila, porcentaje de colonización micorrízica y número de esporas. Se llevó a cabo un diseño completamente al azar con catorce repeticiones y los datos fueron examinados mediante un ANOVA y se utilizó la prueba LSD de Fisher ( $\alpha= 0.05$ ).
4. Los resultados indican que los parámetros morfométricos de las plantas de las dos variedades de albahaca micorrizadas fueron superiores a las plantas testigo. Además, los valores de respuesta mostraron similitud en algunas variables cuantificadas en plantas fertilizadas orgánicamente.
5. En la búsqueda de tecnologías agro-productivas de bajo costo y nulo impacto al medio ambiente, la evaluación de este tipo de bio-fertilizantes a base de HMA es de suma importancia para encontrar alternativas al uso de productos químicos

comúnmente utilizados en la producción de plantas aromáticas en Baja California Sur.

**Palabras clave:** Lamiaceae, inoculación micorrízica, bio-fertilizante.

## Introducción

En la actualidad, la creciente demanda de hierbas aromáticas forma nichos de mercado con una alta rentabilidad económica ya que se les puede utilizar en su presentación fresca, seca o deshidratada, como materia prima en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica (Juárez-Rosete *et al.*, 2013). En México, se cuenta con zonas destinadas a la siembra de hierbas aromáticas de manera convencional y bajo invernadero. De acuerdo a los índices de producción registrados en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), son 20 los principales cultivos aromáticos, destacando al cilantro (*Coriandrum sativum* L.), manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.) y albahaca (*Ocimum basilicum* L.) (SIAP, 2014). Dentro de La República Mexicana, el estado de Baja California Sur cuenta con la mayor producción nacional de plantas aromáticas (Sánchez y Lucero, 2012), las cuales, en su mayoría, se desarrollan bajo el sistema de producción orgánica (Briseño *et al.*, 2013), representando la producción de este cultivo un valor de más de 45 millones de pesos (SIAP, 2014). La siembra y comercialización de albahaca representan una actividad agrícola de alta rentabilidad, donde las prácticas de manejo orgánico tienden a incrementar el valor de la biomasa obtenida hasta en un 48% con respecto a las plantas cultivadas de manera convencional. Una de las alternativas biológicas que pudiera incrementar estos valores en rendimiento, es la utilización de los bio-fertilizantes, sobre todo aquellos que están hechos a base de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) (Pérez-Luna *et al.*, 2012; Amado-Álvarez *et al.*, 2013), los cuales, se caracterizan por ser simbioses obligados (Camarena-Gutiérrez, 2012). Esta asociación entre los HMA y la raíz de la plantas presenta un flujo bidireccional de nutrimentos benéfico para ambos organismos (Guzmán-González y Farías-Larios, 2005). Bonfante y Genre (2010), mencionan que el incremento del desarrollo en las plantas micorrizadas, se debe principalmente a una mejora en la absorción de elementos minerales del suelo y agua. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de dos consorcios de HMA aislados de zonas áridas de Baja California Sur (BCS), sobre dos variedades de albahaca (*Nuffar* y *Bush Spicy Globe*), utilizando variables morfológicas y fisiológicas como indicadores de su desempeño comparándolas con la fertilización orgánica bajo condiciones de invernadero.

## Materiales y métodos

**Ubicación del área experimental.** Los experimentos se establecieron bajo condiciones de invernadero en el Campo Agrícola “El Comitán” perteneciente al CIBNOR, ubicado en el km 1 de la carretera a San Juan de la Costa a 24°08'32" de latitud norte y 110°18'39" de longitud oeste, a 0 msnm en La Paz, BCS.

**Material biológico.** Se evaluaron los consorcios de HMA denominados SALCIB-01 y ORECIB-01 aislados de cultivos de salvia y orégano de las zonas productoras de La Paz, BCS, respectivamente, pertenecientes al Laboratorio de Fitopatología del CIBNOR. Se utilizó el consorcio comercial RIZOFERMIC proporcionado por la FCA de la Universidad Veracruzana como control positivo, debido a la eficiencia que ha demostrado en el desarrollo de diversas plantas de interés agrícola. Las semillas de albahaca de las variedades *Nuffar* y *Bush Spicy Globe* fueron donadas por el Laboratorio de Fisiotécnia Vegetal del CIBNOR. Para cada variedad se determinó su porcentaje de germinación utilizando el método ISTA (1999).

**Sustrato.** Se utilizó una mezcla de suelo y tierra negra en proporción 2:1 (v/v), la cual fue esterilizada en autoclave (Sanyo, MLS-3751L) durante 15 min a 120°C (14-15 lb/pulg<sup>2</sup> de presión de vapor) y aireada durante tres días. Macetas de 2 L previamente desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 10% fueron llenadas con 1.8 kg de la mezcla. El análisis del sustrato previo al experimento determinó 3.0 mg kg<sup>-1</sup> de fósforo, 130.3 mg kg<sup>-1</sup> de calcio, 24.6 mg kg<sup>-1</sup> de azufre y 19.6 mg kg<sup>-1</sup> de nitrógeno.

**Inoculación.** Cuando las plántulas de albahaca presentaron su primer par de hojas verdaderas en el almácigo, se trasplantaron a las macetas y se inocularon con 12.5 g de cada consorcio micorrízico, los cuales presentaban un total de esporas de 1,680, 1,860 y 1,190 para ORECIB-01, SALCIB-01 y RIZOFERMIC, respectivamente. Un lote de plantas fue fertilizado orgánicamente con humus de lombriz a una dosis comercial de 136 g planta<sup>-1</sup>. Otro lote de plantas, denominado testigo, no fue inoculado con HMA ni fertilizado orgánicamente. El análisis del sustrato orgánico (a base de humus de lombriz) previo al experimento determinó 81.1 mg kg<sup>-1</sup> de fósforo, 3036.1 mg kg<sup>-1</sup> de calcio, 73.7 mg kg<sup>-1</sup> de azufre y 27.9 mg kg<sup>-1</sup> de nitrógeno.

**Diseño Experimental.** Se estableció un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos (SALCIB-01, ORECIB-01, RIZOFERMIC, fertilización orgánica y testigo), en las dos variedades de albahaca *Nuffar* y *Bush Spicy Globe*. Se realizaron 14 repeticiones para cada tratamiento, con una planta como unidad experimental.

**Mantenimiento del experimento.** Todas las plantas de albahaca fueron regadas cada tercer día con agua destilada estéril y las podas de formación se realizaron a

los 30 días en los tratamientos con la variedad *Nuffar* y a los 50 días en la variedad *Bush Spicy Globe*.

**Variables morfo/fisiológicas.** Se determinó al final del experimento: altura de la planta (cm) con un escalímetro metálico ACME 1022, partiendo de la base del suelo hasta el ángulo superior del meristemo apical donde se forman los primeros primordios foliares. El área foliar total, expresada en (cm<sup>2</sup>) se obtuvo con un medidor Li-Cor, modelo Li- 3000A. La biomasa de tallos, hojas y sistema radical en (g) se determinó con una balanza electrónica METTLER TOLEDO<sup>®</sup>, ponderando el peso, cuando los tejidos vegetales colocados en bolsas de papel de estraza y mantenidos a 60°C en una estufa Shel-Lab, modelo FX-5, alcanzaron su peso constante. La tasa neta de asimilación de CO<sub>2</sub> (*A*, μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), conductancia estomática (*g<sub>s</sub>*, μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) y tasa de transpiración (*E*, mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) se midieron en campo sobre hojas jóvenes, sanas, turgentes, planas, del mismo tamaño y color con el analizador portátil LCi Photosynthesis System (de ADC BioScientific Ltd<sup>®</sup>), acoplado a una cámara Broad que cubría una superficie de 6.25 cm<sup>2</sup>. El potencial hídrico foliar (PHF), se verificó *ex situ* con un psicrómetro WP4-T (de Decagon Devices, Inc) en hojas jóvenes, completamente desarrolladas y que permanecieron expuestas a luz directa durante 1 h. El índice de verdor se determinó *in situ* en hojas jóvenes, sanas, limpias y turgentes, del mismo tamaño y color uniforme, con un medidor portátil de doble longitud de onda (Minolta<sup>®</sup> SPAD-502). Y el contenido de clorofilas a, b (mg cm<sup>-2</sup>) y total [mg mL<sup>-1</sup>], se determinó de acuerdo con lo referido por Ruiz-Espinoza *et al.* (2010).

**Colonización micorrízica.** El número total de esporas de los consorcios de HMA se realizó mediante el gradiente de sucrosa. La tinción de las raíces se realizó tomando como base la metodología descrita por el INVAM (2014) y el porcentaje de colonización radical se determinó con la técnica descrita por Phillips y Hayman (1970).

**Caracterización física y química del sustrato.** La determinación nutrimental de cada sustrato se realizó en el Laboratorio Certificado de Suelos del CIBNOR, utilizando métodos estandarizados de análisis de suelos para determinar pH MPTLAN02/03-08 (NOM-021 SEMARNAT 2000, Método AS-02), fósforo (P) soluble MPT-LAN02/05-08 (Jackson, 1976), calcio (Ca) MPT-LAN02/09-05 (Jackson, 1958), nitrógeno en amonio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) MPT-LANI02/08-08 (Solorzano, 1969), y azufre en sulfatos (S-SO<sub>4</sub>) MPT-LAN02/13-05 por turbidimetría (Chesnin y Yien, 1951).

**Análisis Estadístico.** Todos los datos morfo/fisiológicos de las plantas fueron procesados mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía y se usó la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) de Fisher (*P* < 0.05) del software STATISTICA (versión 8.0.360.0 StatSoft Inc., Tulsa, USA) para Windows.

## Resultados

### Respuesta de las variables morfométricas de dos variedades de albahaca inoculadas con consorcios de HMA.

**Altura.** El mayor valor en altura se registró en las plantas de la variedad *Nuffar* inoculadas con los consorcios SALCIB-01 y ORECIB-01, respectivamente. En la variedad *Bush Spicy Globe*, las plantas de mayor altura fueron las fertilizadas orgánicamente e inoculadas con el consorcio SALCIB-01 y RIZOFERMIC (Fig. 1a). En ambas variedades de albahaca, las plantas micorrizadas fueron superiores a las plantas testigo.

**Área foliar.** El mayor valor en área foliar se registró en las plantas de las dos variedades de albahaca fertilizadas orgánicamente, con valores de 1,818.7 para *Nuffar* y de 1,298.6 cm<sup>2</sup> para *Bush Spicy Globe* (Fig. 1b). Las plantas con HMA presentaron una mayor área foliar en comparación a las plantas testigo.

**Longitud de raíz.** El valor en longitud de raíz fue mayor en las plantas de la variedad *Nuffar* inoculadas con el consorcio RIZOFERMIC, fertilización orgánica y el testigo. En la variedad *Bush Spicy Globe* las plantas que presentaron los valores más altos fueron las inoculadas con ORECIB-01, RIZOFERMIC y el testigo (Fig. 1c).

**Biomasa.** En la biomasa seca de tallos, el mayor valor se presentó en las plantas de la variedad *Nuffar* fertilizada orgánicamente y las inoculadas con el consorcio ORECIB-01. En la variedad *Bush Spicy Globe* los valores más altos fueron en las plantas fertilizadas orgánicamente (Figura, 2a). En la biomasa seca foliar, el mayor valor se presentó en las dos variedades de albahaca (*Nuffar* y *Bush Spicy Globe*) fertilizadas orgánicamente (Fig. 2b). En la biomasa seca de raíz, el valor más revelador se presentó en las plantas testigo de las dos variedades en estudio fertilizadas orgánicamente e inoculadas con el consorcio RIZOFERMIC (Fig. 2c).

### Respuesta de las variables fisiológicas en dos variedades de albahaca inoculadas con consorcios de HMA.

**Tasa neta de asimilación de CO<sub>2</sub>.** Las plantas de las dos variedades de albahaca fertilizadas orgánicamente fueron las que mostraron una mayor tasa neta de asimilación, con valores de  $A = 7.22 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  en *Nuffar* y de  $A = 7.34 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  en *Bush Spicy Globe* (Fig. 3a).

**Conductancia estomática.** Las plantas de las dos variedades de albahaca fertilizadas orgánicamente fueron las que mostraron un metabolismo fotosintético más activo con valores de conductancia estomática de  $3.162 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  en el caso de *Nuffar* y de  $4.384 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  en *Bush Spicy Globe* (Fig. 3b).

**Tasa de transpiración.** Las plantas de las dos variedades de albahaca fertilizadas orgánicamente, fueron las que mostraron una mayor tasa de transpiración, con valores de  $0.084 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  en *Nuffar* y  $0.096 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  en *Bush Spicy Globe* (Fig. 3c).

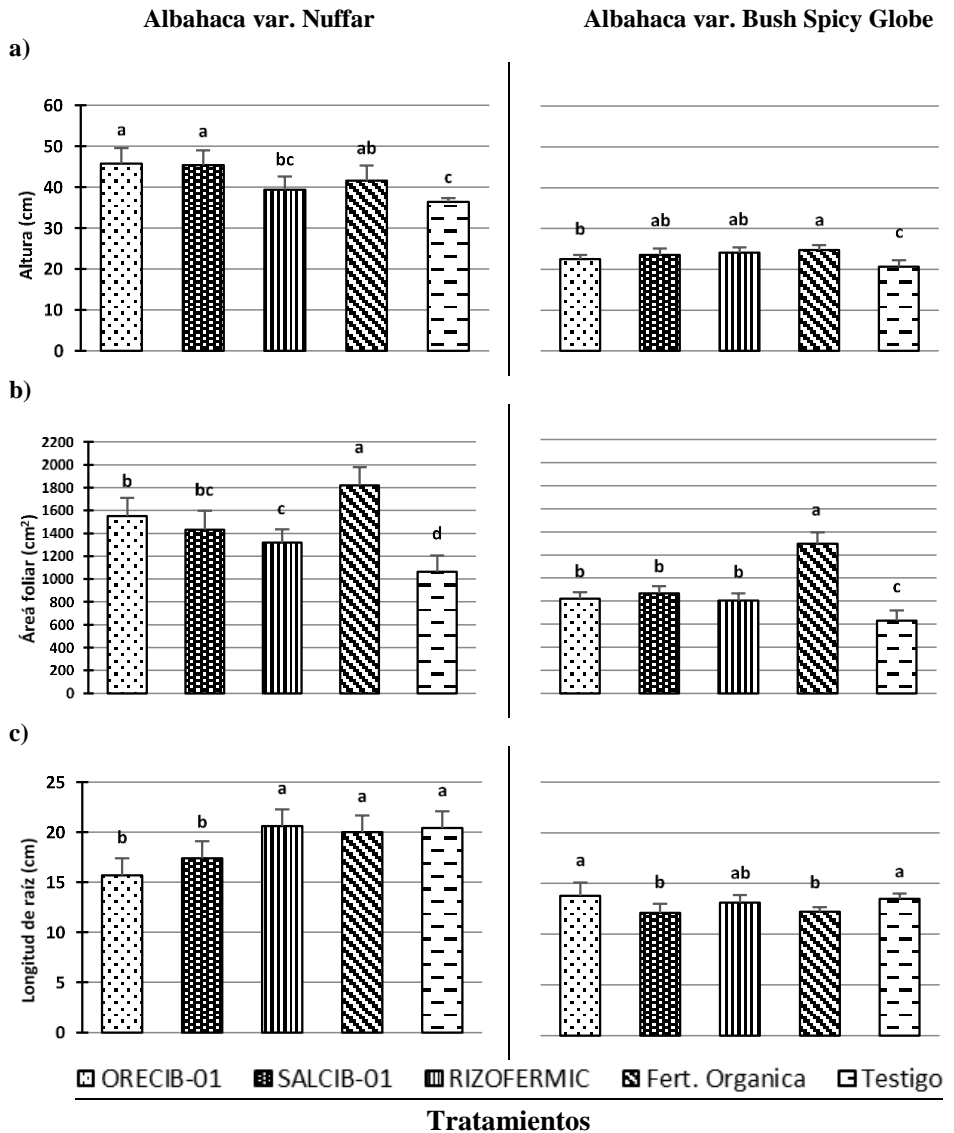


Figura 1. Evaluación de variables morfométricas en dos variedades de albahaca inoculadas con consorcios de HMA. a) Altura, b) Área foliar y c) Longitud de raíz. Plantas de la var. Nuffar y Bush Spicy Globe inoculadas con 12.5g de cada consorcio de HMA. Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí (LSD de Fisher,  $P < 0.05$ ).

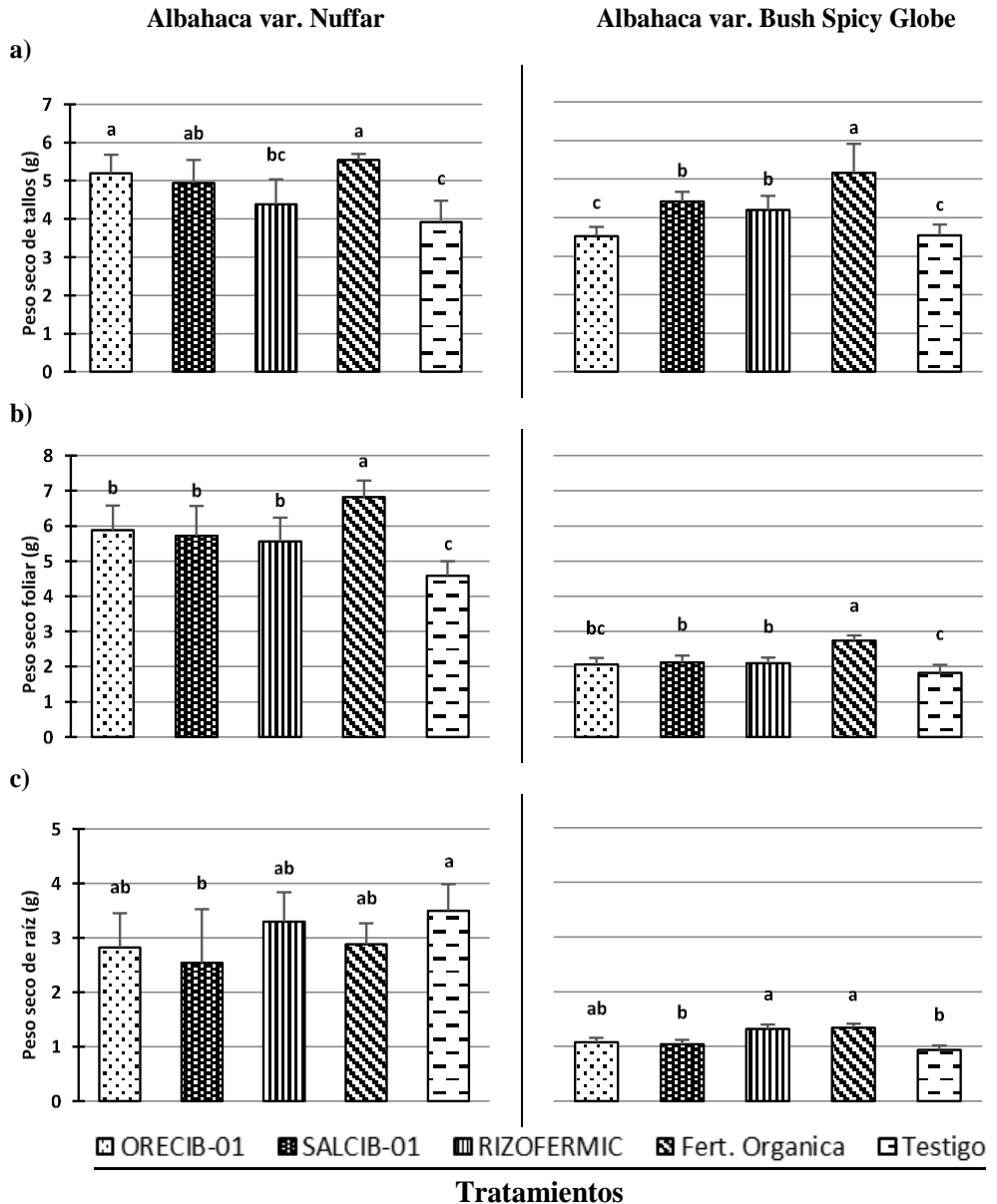


Figura 2. Evaluación de variables morfométricas en dos variedades de albahaca inoculadas con consorcios de HMA. a) Peso seco de tallo, b) Peso seco foliar y c) Peso seco de raíz. Plantas de la var. *Nuffar* y *Bush Spicy Globe* inoculadas con 12.5g de cada consorcio de HMA. Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí (LSD de Fisher,  $P < 0.05$ ).

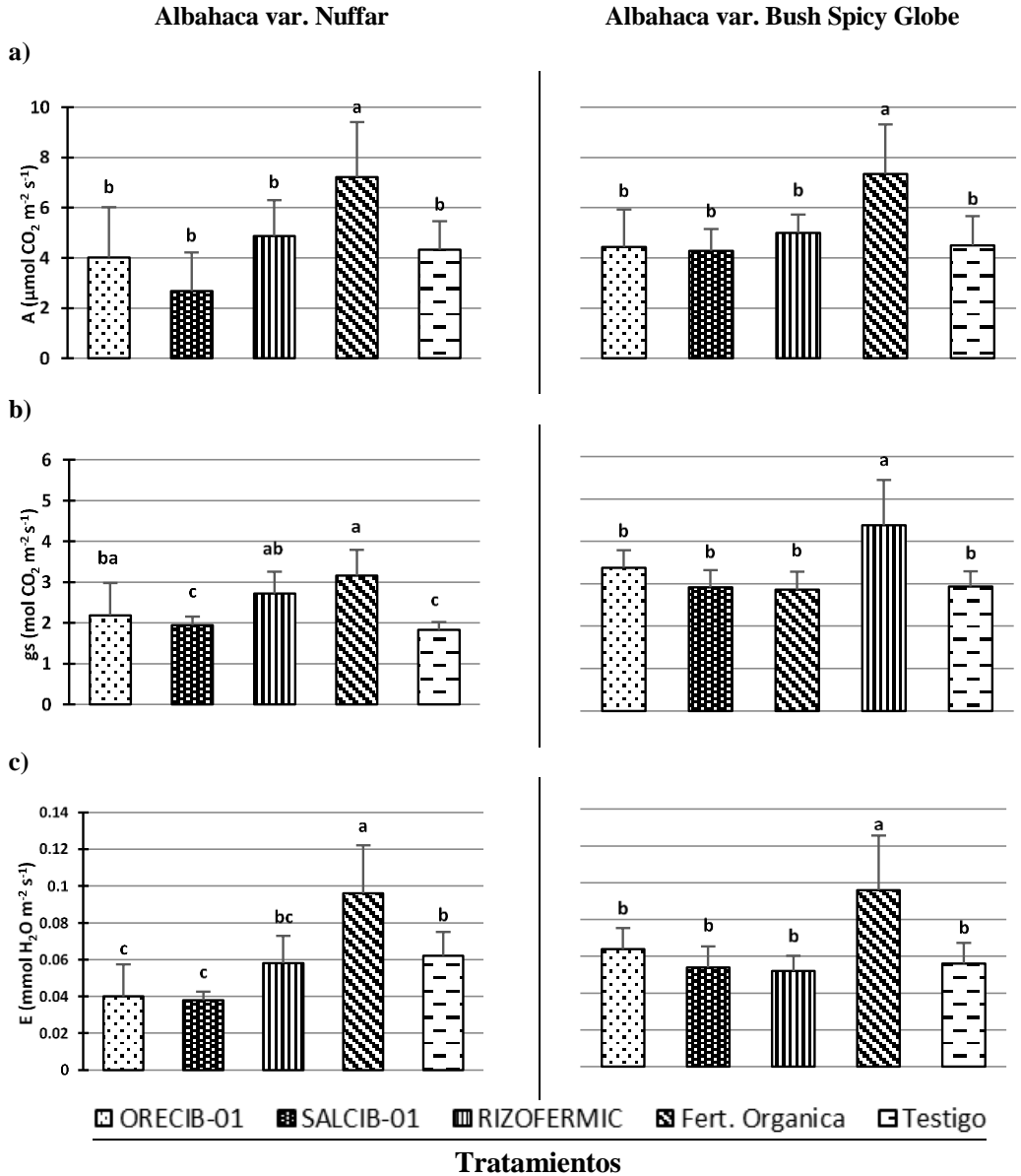


Figura 3. Evaluación de variables fisiológicas en dos variedades de albahaca inoculadas con consorcios de HMA. a) Tasa neta de asimilación de  $\text{CO}_2$ , b) Conductancia estomática y c) Tasa de transpiración. Plantas de la var. *Nuffar* y



***Bush Spicy Globe* inoculadas con 12.5g de cada consorcio de HMA. Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí (LSD de Fisher,  $P < 0.05$ ).**

**Potencial hídrico foliar.** La medición de la variable potencial hídrico foliar no mostró diferencias para las dos variedades de albahaca en estudio y, en ambos casos, las plantas testigo mostraron los valores más bajos.

**Clorofila.** Las plantas de la variedad *Nuffar* con fertilización orgánica mostraron el contenido de clorofila (SPAD) más alto, mientras que el índice de verdor más bajo lo presentaron las plantas testigo. En la variedad *Bush Spicy Globe* las plantas fertilizadas orgánicamente también exhibieron los valores más altos, mientras que en las plantas asociadas con el consorcio SALCIB-01 el índice fue más bajo (Fig. 4a). La concentración de clorofila total fue mayor en las plantas con fertilización orgánica con  $5.3138 \mu\text{g mL}^{-1}$  en *Nuffar* y  $5.8975 \mu\text{g mL}^{-1}$  en *Bush Spicy Globe* (Fig. 4b).

**Colonización micorrízica.** Al final de los experimentos, el número de esporas cuantificadas en los diferentes tratamientos fue en las plantas de albahaca variedad *Nuffar* de 470 para ORECIB-01, 663 para SALCIB-01 y 220 para RIZOFERMIC. Para las plantas de la variedad *Bush Spicy Globe* fue de 253 para ORECIB-01, 270 para SALCIB-01 y 153 para RIZOFERMIC (Fig. 5a). Los porcentajes de colonización micorrízica mostraron diferencias entre las plantas de las dos variedades de albahaca. Las plantas de *Nuffar* inoculadas con los consorcios ORECIB-01 y SALCIB-01 presentaron una colonización radical del 87% y 75%, respectivamente, mientras que en las plantas de la *Bush Spicy Globe* inoculadas con los mismos consorcios micorrízicos presentaron una colonización del 78%. Las plantas fertilizadas orgánicamente y del testigo no registraron actividad simbiótica con ningún micobionte (Fig. 5b).

**Características físicas y químicas del sustrato.** Los análisis de los sustratos al final del bioensayo, mostraron que las plantas inoculadas con los consorcios de HMA disminuyeron el contenido de nutrimentos del sustrato, en comparación a las plantas fertilizadas orgánicamente y a las del tratamiento testigo (Fig. 6). El contenido del fósforo en el sustrato donde crecieron las plantas de la variedad *Bush Spicy Globe* inoculadas con el consorcio SALCIB-01 presentó  $1.7 \text{ mg P kg}^{-1}$ , mientras que las de la variedad *Nuffar* registraron un valor de  $2.3 \text{ mg P kg}^{-1}$  (Fig. 6a). En el contenido de nitrógeno en amonio ( $\text{N-NH}_4$ ) en los sustratos, se vio reducido en las plantas de la variedad *Nuffar* inoculadas con el consorcio SALCIB-01 con un  $4.2 \text{ mg N-NH}_4 \text{ kg}^{-1}$ , mientras que en las plantas de variedad *Bush Spicy Globe* inoculadas con el consorcio RIZOFERMIC fue de  $6.5 \text{ mg N-NH}_4 \text{ kg}^{-1}$  y con ORECIB-01 fue de  $6.5 \text{ mg N-NH}_4 \text{ kg}^{-1}$  (Fig. 6b). En el contenido de calcio, los niveles de este elemento disminuyeron en las plantas de la variedad *Bush Spicy Globe* inoculadas con RIZOFERMIC y SALCIB-01 con el mismo valor ( $60.1 \text{ mg kg}^{-1}$ ) en ambos casos y en las plantas de la variedad *Nuffar* la inoculación

con los citados consorcios micorrízicos registraron el mismo valor:  $72.1 \text{ mg kg}^{-1}$  (Fig. 6c). Finalmente, en el contenido de azufre en sulfatos ( $\text{S-SO}_4$ ), las plantas de la variedad *Nuffar* inoculadas con RIZOFERMIC mostraron un valor de  $<0.1 \text{ mg S-SO}_4 \text{ kg}^{-1}$  y con SALCIB-01 de  $1.3 \text{ mg S-SO}_4 \text{ kg}^{-1}$ , mientras que las plantas de la variedad *Bush Spicy Globe* inoculadas con el consorcio ORECIB-01 presentaron  $3.6 \text{ mg S-SO}_4 \text{ kg}^{-1}$  (Fig. 6d).

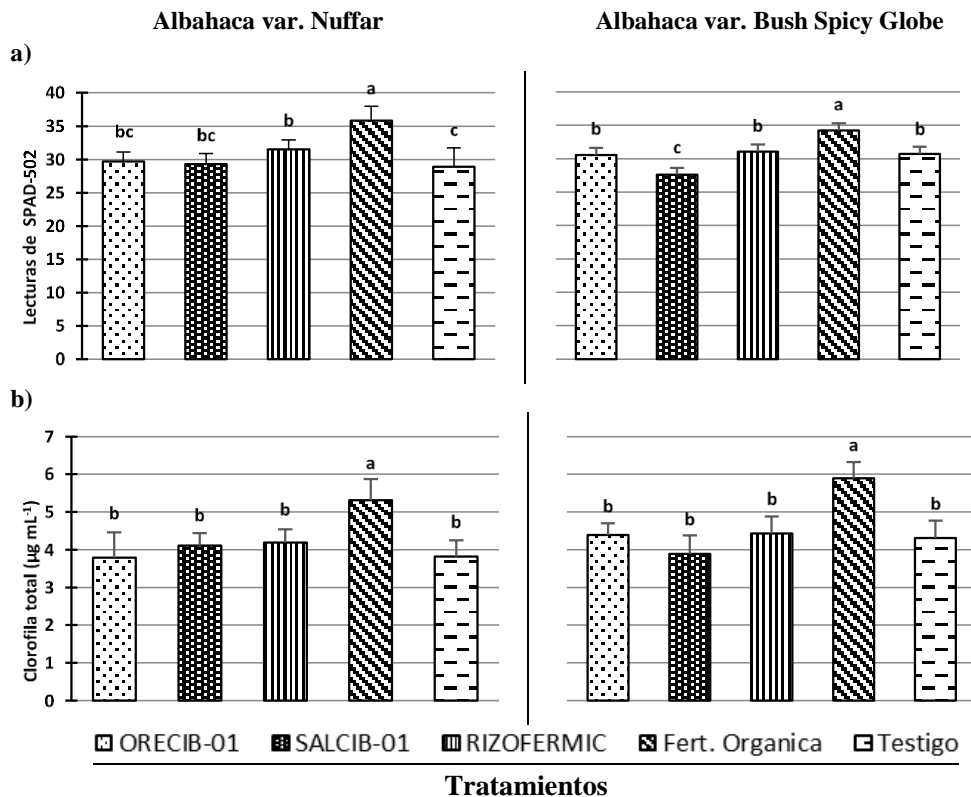


Figura 4. Evaluación de las variables fisiológicas en dos variedades de albahaca inoculadas con consorcios de HMA. a) Lecturas de SPAD-502 y b) Clorofila total. Plantas de la var. *Nuffar* y *Bush Spicy Globe* inoculadas con  $12.5 \text{g}$  de cada consorcio de HMA. Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí (LSD de Fisher,  $P < 0.05$ ).

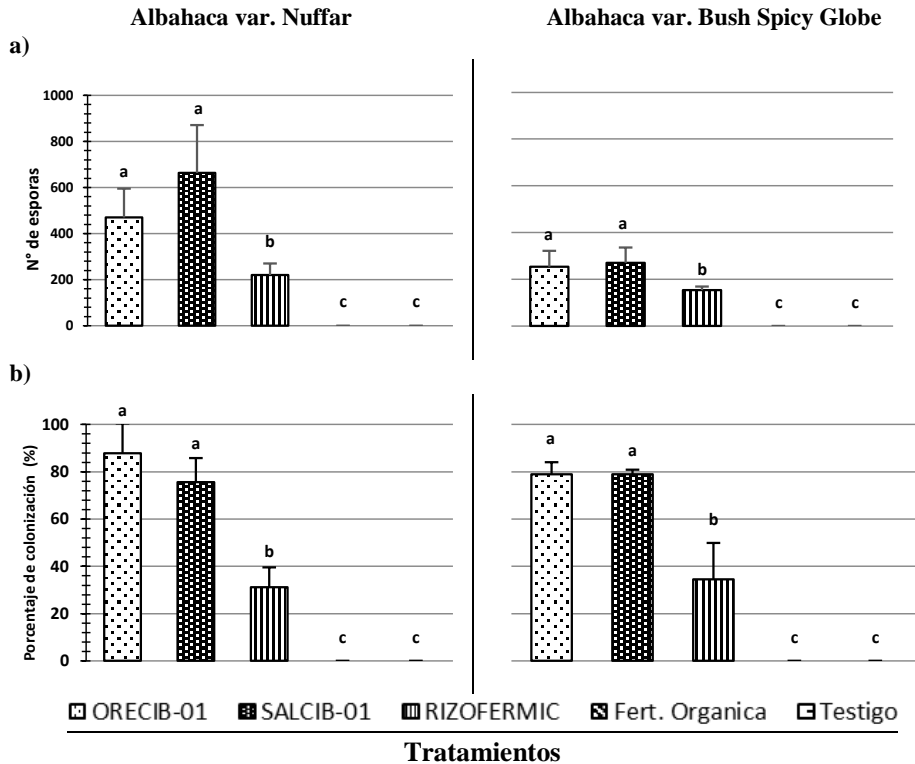


Figura 5. Evaluación de las variables de respuesta a la inoculación de HMA en dos variedades de albahaca. a) Numero de esporas y b) Porcentaje de colonización radical. Plantas de la var. *Nuffar* y *Bush Spicy Globe* inoculadas con 12.5g de cada consorcio de HMA. Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí (LSD de Fisher,  $P < 0.05$ ).

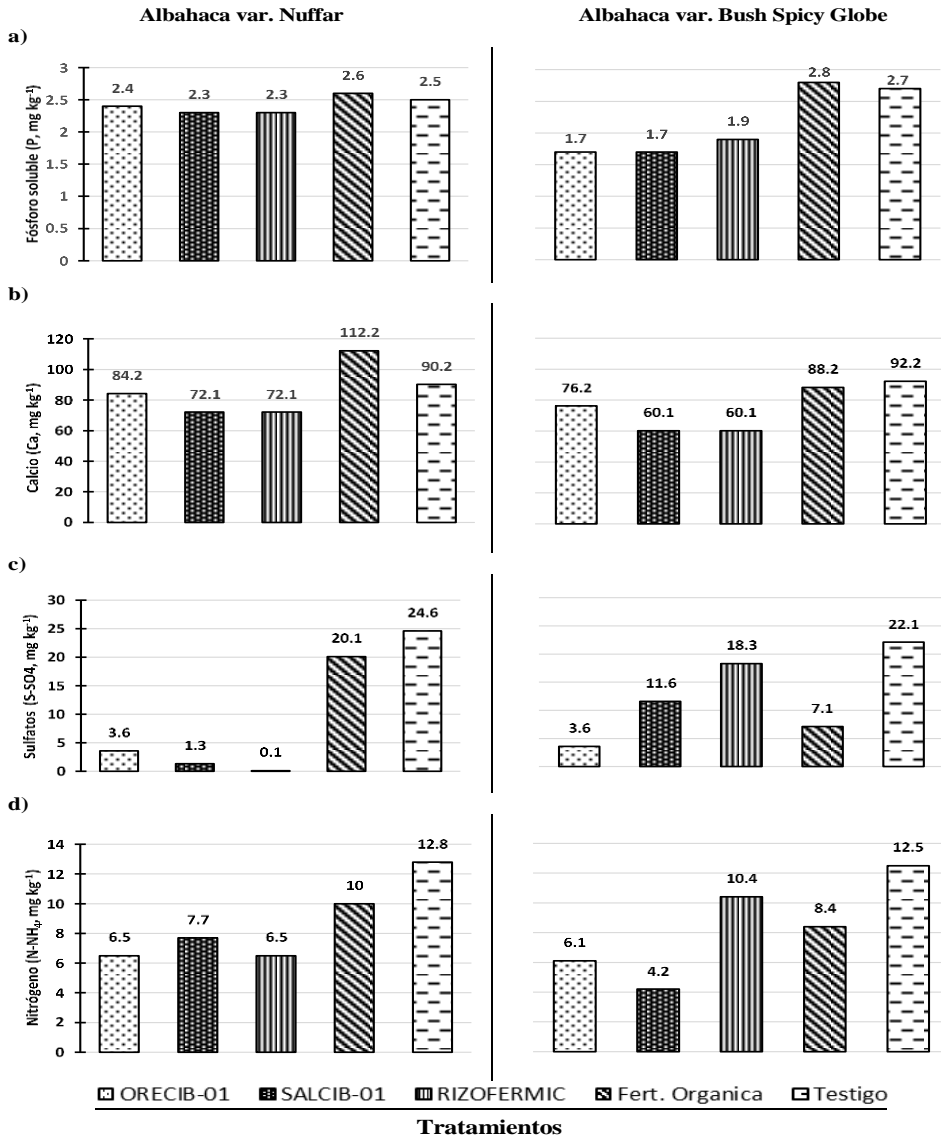


Figura. 6. Análisis edafológico del sustrato al finalizar la fase experimental de evaluación de las dos variedades de albahaca inoculadas con HMA. a) Fósforo soluble, b) Calcio, c) Azufre en sulfatos y d) Nitrógeno en amonio. Plantas de la var. *Nuffar* y *Bush Spicy Globe* inoculadas con 12.5g de cada consorcio de HMA.

## Discusión

Los tres consorcios de HMA inoculados en las plantas de las dos variedades (*Nuffar* y *Bush Spicy Globe*) de albahaca (*O. basilicum*), presentaron un mayor desarrollo y variación fisiológica en comparación con las plantas del tratamiento testigo. Uno de los mecanismos por los cuales los HMA favorecieron el desarrollo de la albahaca, fue el aumento del sistema radical (Kubikova *et al.*, 2001; Copetta *et al.*, 2006; Zolfaghari *et al.*, 2013), el cual, permitió a las plantas micorrizadas absorber una mayor cantidad de agua y nutrimentos del sustrato, primordialmente de fósforo (Harrison, 2005; Bonfante y Genre, 2010). Los resultados del análisis del sustrato al final del experimento indicaron una disminución de los nutrientes (fósforo soluble, calcio, azufre y nitrógeno) principalmente en los tratamientos con plantas más HMA, lo que demuestra el papel que representan estos simbioses en la nutrición de las plantas (Smith y Smith, 2012). Diversos estudios han reportado el efecto positivo de los HMA sobre la albahaca (Copetta *et al.*, 2006; Toussaint *et al.*, 2008; Zolfaghari *et al.*, 2013). El desarrollo de las plantas dentro del sustrato donde solo se ocupó humus de lombriz, está relacionado principalmente con los nutrientes que contiene este tipo de fertilizante orgánico (Ponge, 2013), los cuales, se aportan de forma equilibrada para las plantas (Capistrán *et al.*, 2001), siendo este un factor que influye directamente sobre su productividad (Sharafzadeh y Alizadeh, 2011). Dentro de los parámetros fisiológicos, las plantas micorrizadas presentan frecuentemente una alta tasa neta de asimilación de CO<sub>2</sub>, conductancia estomática y tasa de transpiración (Khaosaad *et al.*, 2006; Baslam *et al.*, 2012; Auge *et al.*, 2015). En este trabajo, existieron diferencias en la respuesta de los parámetros fisiológicos de las plantas de albahaca var. *Nuffar* inoculada con los diferentes consorcios de HMA, sin embargo, para la var. *Bush Spicy Globe* no existieron diferencias. Generalmente las plantas micorrizadas mantienen una menor resistencia a la transferencia de vapor desde el interior de sus hojas a la atmósfera, lo que incrementa su tasa de intercambio gaseoso con respecto a las plantas no micorrizadas (Ruiz-Lozano y Aroca, 2010). La respuesta fisiológica del hospedero puede variar de acuerdo a las especies de HMA presentes en el suelo, las cuales, modulan de manera diferente la respuesta de las plantas a nivel estomático (Auge, 2004), estas diferencias están ligadas a una mayor o menor afinidad de los simbioses hacia las plantas, generando diversos grados de preferencia y múltiples niveles de interacción, condicionados a las señales bioquímicas provenientes de las raíces del hospedero (Sanders, 2003; Harrison, 2005). Las plantas micorrizadas que no responden positivamente a cambios morfológicos y/o fisiológicos, puede deberse a que estos simbioses se llegan a comportar como hongos saprofitos y de este modo, disminuyen el crecimiento, desarrollo o fisiología del hospedero (Smith *et al.*, 2009; Millar y Ballhorn, 2013;

Roger *et al.*, 2013). Las diferencias en los porcentajes de colonización micorrízica de las plantas de albahaca y el número total de esporas al final del experimento de los diferentes consorcios de HMA, están relacionadas con la afinidad hacia el hospedero, el cual, produce una serie de señales bioquímicas, como las estrigolactonas que son compuestos reconocidos por los HMA y que funcionan en mayor o menor medida como elicitores para la germinación y posterior colonización de esporas (Akiyama y Hayashi, 2006). Los factores ambientales también juegan un papel importante sobre la colonización y el funcionamiento de los HMA en las plantas, en particular sobre las esporulaciones de los simbiontes, las cuales, son altamente dependientes de los factores abióticos y de la fertilidad del suelo (Redecker, 2003; Burni y Hussain, 2011). Los mecanismos de respuesta y defensa de las plantas también regulan los niveles de colonización de los HMA en las raíces de sus plantas huésped (Ramírez y Rodríguez, 2010). Finalmente, aunque no se observó una colonización micorrízica en las plantas con fertilización orgánica, existe la posibilidad que algún agente microbiano pudo haber influido en el desarrollo de la albahaca, sobre todo de bacterias promotoras del crecimiento vegetal, las cuales comúnmente están asociadas a este tipo de sustrato y se han reportado que influyen de manera positiva sobre la fisiología y morfometría del hospedero (Ordookhani, 2011).

## Conclusiones

Se demostró la eficiencia de los diferentes consorcios de HMA aislados en ambientes áridos de Baja California Sur (BCS) sobre el desarrollo de la albahaca (*Ocimum basilicum*) var. *Nuffar* y *Bush Spicy Globe*. Los datos obtenidos indican que las plantas micorrizadas incrementaron la absorción de nutrimentos del suelo, obteniendo un desarrollo morfo-fisiológico similar al de las plantas fertilizadas orgánicamente. Con los resultados de esta investigación, se plantean futuros trabajos donde se evalué a los consorcios de HMA más diferentes dosis de fertilizantes orgánicos, optimizando la aplicación de ambos recursos naturales para la producción de cultivos aromáticos a nivel de invernadero y campo en la Paz, BCS. La evaluación y eficiencia de este bio-fertilizante es de suma importancia en la búsqueda de tecnologías agro-productivas de bajo costo y nulo impacto al medio ambiente en comparación con los productos químicos comúnmente utilizados en la producción de plantas aromáticas.

## Literatura Citada

- Amado-Álvarez, J.P., Jiménez-Galindo, J.C., Ramírez-Valle, O., Moreno-Gómez, B. y G.A. Aguado-Santacruz, 2013. Uso sustentable de recursos naturales para la producción de avena con agua de lluvia. *RIAGROS*, 1(1): 13-27.
- Akiyama, H. y H. Hayashi, 2006. Strigolactones: Chemical Signals for Fungal Symbionts and Parasitic Weeds in Plant Roots. *Annals of Botany*, 97: 925-931.
- Augé, R.M., 2004. Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations. *Canadian Journal of Soil Science*, 84(4): 373-381.
- Augé, R.M., Toler, H.D. y A.M. Saxton, 2015. Arbuscular mycorrhizal symbiosis alters stomatal conductance of host plants more under drought than under amply watered conditions: a meta-analysis. *Mycorrhiza*, 25(1): 13-24.
- Baslam, M., Erice, G. y N. Goicoechea, 2012. Impact of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and atmospheric CO<sub>2</sub> concentration on the biomass production and partitioning in the forage legume alfalfa. *Symbiosis*, 58(1-3): 171-181.
- Bonfante, P. y A. Genre, 2010. Mechanisms underlying beneficial plant-fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature Communications*, 1(48): 1-11.
- Briseño, R.S.E., Aguilar G.M. y E.J.A. Villegas, 2013. El cultivo de la albahaca. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 33 p.
- Burni, T. y F. Hussain, 2011. Diversity in arbuscular mycorrhizal morphology in some medicinal plants of family Lamiaceae. *Pakistan Journal of Botany*, 43(3): 1789-1792.
- Camarena-Gutiérrez, G., 2012. Interacción planta-hongos micorrízicos arbusculares. *Revista Chapingo*, 18(3): 409-422.
- Capistrán, F., Aranda, E. y J.C. Romero, 2001. Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. México: Instituto de Ecología, A.C. 150 p.
- Chesnin, L. y C.H. Yien, 1951. Turbidimetric determination of available sulphates. *Soil Science Society of America Proceedings*, 15: 149-151.
- Copetta, A., Lingua, G. y G. Berta, 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. *Mycorrhiza*, 16(7): 485-494.
- Guzmán-González, S. y J. Farías-Larios, 2005. Biología y regulación molecular de la micorriza arbuscular. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 9(2): 17-31.
- Harrison, M.J., 2005. Signaling in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Annual Review of Microbiology*, 59(1): 19-42.
- INVAM (International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi), 2014. Extraction of spores. Obtenido en la Red Mundial el 3 de marzo de 2014. <http://invam.wvu.edu/methods/spores/spore-extraction>.
- ISTA (International Seed Testing Association), 1999. International rules for seed testing, 1999. *Seed Science and Technology* 27 (Supplement). Zurich, Switzerland. 333 p.
- Jackson, M.L., 1958. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, Prentice Hall. 498 p.
- Jackson, M.L., 1976. Análisis químico de suelos. Trad. al español por Beltrán, M. J. 3ª. (Ed.). Omega. Barcelona, España. 622 p.

- Juárez-Rosete, C.R., Aguilar-Castillo, J.A., Juárez-Rosete, M.E., Bugarín-Montoya, R., Juárez-López, P. y C.E. Cruz, 2013. Hierbas aromáticas y medicinales en México: Tradición e innovación. *Revista Bio Ciencias*, 2(3): 119-129.
- Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., Zitterl-Eglseer, K. y J. Novak, 2006. Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp., Lamiaceae). *Mycorrhiza*, 16(6): 443-446.
- Kubikova, E., Moore, J.L., Ownley, B.H., Mullen, M.D. y R.M. Augé, 2001. Mycorrhizal impact on osmotic adjustment in *Ocimum basilicum* during a lethal drying episode. *Journal of Plant Physiology*, 158(9): 1227-1230.
- Millar, J.A. y D.J. Ballhorn, 2013. Effect of mycorrhizal colonization and light limitation on growth and reproduction of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 86: 172-179.
- Ordookhani, K., 2011. Investigation of PGPR on antioxidant activity of essential oil and microelement contents of sweet basil. *Advances in Environmental Biology*, 5(6): 1114-1119.
- Pérez-Luna, Y.C., Álvarez-Solís, J.D., Mendoza-Vega, J., Pat-Fernández, J.M., Gómez-Álvarez, R. y L. Cuevas, 2012. Diversidad de hongos micorrícicos arbusculares en maíz con cultivo de cobertura y biofertilizantes en Chiapas, México. *Gayana Botánica*, 69(1): 46-56.
- Phillips, J.M. y D.S. Hayman, 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of The British Mycological Society*, 55(1): 158-161.
- Ponge, J.F., 2013. Plant–soil feedbacks mediated by humus forms: A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 57: 1048-1060.
- Ramírez G., M. y V.A. Rodríguez, 2010. Señales de reconocimiento entre plantas y hongos formadores de micorrizas arbusculares. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(1): 53-60.
- Redecker, D., Hijri, I. y A. Wiemken, 2003. Molecular identification of arbuscular mycorrhizal fungi in roots: Perspectives and problems. *Folia Geobotanica*, 38(2): 113-124.
- Roger, A., Colard, A., Angelard, C. y I.R. Sanders, 2013. Relatedness among arbuscular mycorrhizal fungi drives plant growth and intraspecific fungal coexistence. *The ISME Journal*, 7: 2137-2146.
- Ruiz-Espinoza, F.H., Murillo-Amador, B., García-Hernández, J.L., Fenech-Larios, L., Rueda-Puente, E.O., Troyo-Diéguez, E., Kaya, C., y A. Beltrán-Morales, 2010. Field evaluation of the relationship between chlorophyll content in basil leaves and a portable chlorophyll meter (SPAD-502) readings. *Journal of Plant Nutrition*, 33(3), 423-438.
- Ruiz-Lozano, J.M. y R. Aroca, 2010. Host response to osmotic stresses: Stomatal behaviour and water use efficiency of arbuscular mycorrhizal plants. En: H. Koltai y Y. Kapulnic (Eds.). *Arbuscular mycorrhizas: Physiology and function* (pp. 239-256). The Netherlands: Springer Dordrecht.
- Sánchez, V.C. y F.J.M. Lucero, 2012. Innovación tecnológica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos élite en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo; Nichos de mercado de especies



- aromáticas orgánicas tipo gourmet. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. (Proyecto SAGARPA-CONACyT 126183). La Paz, Baja California Sur, México. 72 p.
- Sanders, I.R., 2003. Preference, specificity and cheating in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Trends in Plant Science*, 8(4): 143-145.
- Sharafzadeh, S. y O. Alizadeh, 2011. Nutrient supply and fertilization of basil. *Advances in Environmental Biology*, 5(5): 956-960.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo; Anuario estadístico de la producción agrícola, Obtenido en la Red Mundial el 14 de mayo de 2014. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>
- Smith, F.A., Grace, E.J. y S.E. Smith, 2009. More than a carbon economy: Nutrient trade and ecological sustainability in facultative arbuscular mycorrhizal symbioses. *New Phytologist*, 182(2): 347-358.
- Smith, S.E. y F.A. Smith, 2012. Fresh perspectives on the roles of arbuscular mycorrhizal fungi in plant nutrition and growth. *Mycologia*, 104(1): 1-13.
- Solórzano, L., 1969. Determination of ammonia in natural water by the phenol-hypochlorite method. *Limnol. Oceanogr.* 14: 799-801.
- Toussaint, J.P., Kraml, M., Nell, M., Smith, S.E., Smith, F.A., Steinkellner, S., Schmiderer, C., Vierheilig, H. y J. Novak, 2008. Effect of *Glomus mosseae* on concentrations of rosmarinic and caffeic acids and essential oil compounds in basil inoculated with *Fusarium oxysporum* f.sp. *basilici*. *Plant Pathology*, 57(6): 1109-1116.
- Zolfaghari, M., Nazeri, V., Sefidkon, F. y F. Rejali, 2013. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and essential oil content and composition of *Ocimum basilicum* L. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 3(2): 643-650.

**Comité Editorial de la Academia Veracruzana de Ciencias Agrícolas,  
Pecuarias, Forestales, Acuícolas y Pesqueras, A.C.**

**Compilador**

Dra. Ana Lid del Angel Pérez

**Revisión y Arbitraje**

Dra. Ana Lid del Angel Pérez  
Dra. Jacel Adame García  
Dr. Joaquín Murguía González  
Dr. Juan Guillermo Cruz Castillo  
Dra. Fabiola Lango Reynoso  
Dra. María del Refugio Castañeda Chávez  
Dra. Itzel Galaviz Villa  
Dr. Francisco Osorio Acosta  
Dr. Jose Alfredo Villagómez Cortés  
Dr. Manuel Villarruel Fuentes  
M.C. Jorge Gustavo Rodríguez Escobar  
Biol. Carlos Nahin Castro Jose  
Dr. Joel Domínguez Viveros  
Dr. Jorge Ricaño Rodríguez  
Dr. Mauricio Luna Rodríguez  
Dra. Clara Luz Miceli  
Dra. Silvia Flores Benitez  
Dr. Armando Gómez Guerrero  
Dr. Marcos Ventura Vázquez Hernández  
Dr. Carlos Cruz Cruz  
Dr. Carlos LLarena Hernández  
Dr. Daniel A. Rodríguez Lagunes  
Dra. Dinora Vázquez Luna  
Dra. Hilda Eulalia Lee Espinosa  
Dr. Julio César González Cárdenas  
Dra. Luz Irene Rojas Avelizapa  
Dra. María Elena Galindo Tovar  
Dr. Martin Roberto Gámez Pastrana  
Dr. Noé Aguilar Rivera  
Dr. Otto Raúl Leyva Ovalle  
Dr. Pablo Andrés Meza  
Dra. Rosalía Nuñez Pastrana  
Dr. Rubén Damián Elías Roman  
Dr. Jesús Montoya Mendoza  
Dr. Cesáreo Landero Sánchez