



XLI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo

“Cultivando el porvenir de México”

Del 09 al 13 de octubre, 2016

León, Guanajuato



MEMORIAS





Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C.

XLI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo

“Cultivando el Porvenir de México”

| Poliforum León | León Guanajuato, México | 09 - 13 de octubre, 2016 |



COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL

Presidente Honorífico	Dra. Gabriela Olmedo Álvarez Directora de Cinvestav Unidad Irapuato
Presidente	Dr. Juan José Peña Cabriales Profesor Titular Cinvestav Unidad Irapuato
Apoyo Institucional SICES	Dr. Arturo Lara López Secretario de Innovación, Ciencia y Educación Superior
Apoyo Institucional Instituto Tecnológico de Roque	Dr. Javier Z. Castellanos Ramos Profesor Titular IT-Roque
Coordinador	ρM. en C. Carlos Chávez Asistente de Investigador

COMISIONES DIVERSAS

Multimedia

M. en C. José Antonio Corona Gómez
Tec. Arantxa Gabriela Pérez Romero
Tec. Omar Adbeel Avilés Osuna
Josué Eduardo Guevara Barboza
Tec. Manuel Reynaldo Pérez Hernández
Antonio Cisneros

Asistente en Cursos/Talleres

M. en C. Magdalena Cervantes Juan
IBT. Mónica Liliana Rodríguez Uribe

Asistente en Sesión de Carteles

Tec. Jonathan Francisco Noel Pérez
Tec. Jaime Mendoza Escamilla
Jorge Sánchez Rentería

Acreditación e Inscripción

Tec. Mayra González Carreón

Logística

M. en C. Coyolxauhqui Barrera Galicia

Exposición Comercial

IBQ. Luis Ernesto Hernández Rodríguez

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Jorge Etchevers	División I
M. en C. Sergio Hernández	
Dr. Javier Castellanos	División II
M. en C. David Camarena	
Dr. Juan J. Peña	División III
M. en C. José Vera	
Dr. Juan Flores	División IV
ρM. en C. Carlos Chávez	

COMITÉ DE CARTELES

Dr. Alejandro Alarcón	División I
IBQ. Luis Hernández	
Dra. Lucía Reyes	División II
M. en C. David Camarena	
Dra. Claudia Hidalgo	División III
M. en C. Sergio Hernández	
Dra. Catarina Loredó	División IV
ρM. en C. Carlos Chávez	



Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C.

XLI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo

“Cultivando el Porvenir de México”

| Poliforum León | León Guanajuato, México | 09 - 13 de octubre, 2016 |



MESA DIRECTIVA SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, A. C.

Dr. Enrique Troyo Diéguez

Presidente

Dr. Juan Pedro Flores Margez

Vicepresidente

Dra. Norma E. García Calderón

Tesorera

Dr. Félix A. Beltrán Morales

Secretario General

Dr. Juan Manuel Covarrubias Ramírez

Secretario de Relaciones Públicas

Dr. Juan Manuel Cortés Jiménez

Secretario Técnico

M. en C. Baltazar Corral Díaz

Secretario de Eventos Nacionales e Internacionales

Dra. Claudia Hidalgo Moreno

Primer Vocal

Dr. Armando Guerrero Peña

Segundo Vocal

Dra. Mariela H. Fuentes Ponce

Editora Revista Terra Latinoamericana

Dr. David Espinoza Victoria

Editor Adjunto Revista Terra Latinoamericana

COMITÉ NACIONAL DE APOYO A LA ORGANIZACIÓN DEL XLI CONGRESO

Dr. Enrique Troyo Diéguez (CIBNOR)

Presidente de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.

Dr. Juan José Peña Cabrales (CINVESTAV)

Coordinador del Comité Organizador

Dr. Javier Z. Castellanos Ramos (INTAGRI)

Promoción y Difusión

Dr. Pablo Preciado (IT-Torreón)

Coordinador División I

Dr. Moises Carcaño Montiel (BUAP)

Coordinador División II

Dr. José Luis García Hernández (UJED)

Coordinador División III

Dr. David Espinoza Victoria (COLPOS)

Coordinador División IV



Distinguidas Autoridades del Presídium.

Estimados Colegas de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.

Jóvenes estudiantes.

Señoras y señores:

Por más de cuatro décadas la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo se ha reunido anualmente para convivir y reflexionar fraternalmente sobre el estado que guarda el conocimiento de los suelos de México. Esto con el propósito de identificar y compartir entre colegas los avances alcanzados en la detección y búsqueda de soluciones a los problemas nacionales.

En esta ocasión el encuentro ocurre en una región con características físicas y humanas que facilitan la tarea. Estas características se traducen en la participación activa de un buen número de colegas que coadyuvan para alcanzar los objetivos que perseguimos.

Aunado a esto, el Estado de Guanajuato, dada su ubicación geográfica en el centro del país, su vocación agrícola y diversas vías de comunicación, facilitan la participación, no sólo de investigadores de todas partes del país, sino también de jóvenes estudiantes de las carreras afines a la agronomía.

Esta vocación natural de Guanajuato se ve reflejada en la intensa actividad agrícola que incluye una amplia diversidad de cultivos con altos rendimientos. Si profundizamos más allá del suelo, destaca de igual manera la riqueza minera contribuyendo significativamente a la economía del estado.

Además de los rasgos naturales de Guanajuato, quiero hacer especial énfasis en el solidario y decidido apoyo que recibimos de las autoridades estatales y municipales para que unidos alcancemos nuestro objetivo, un encuentro plétórico de ideas y propuestas. Hacemos un firme reconocimiento al CONACyT del estado y al CINVESTAV Irapuato, mi casa de trabajo, por su firme y solidario apoyo. ¡Gracias!, ¡Muchas gracias a todos!

No tengo duda que todos haremos nuestro mejor esfuerzo. Nos esperan cuatro días de intenso trabajo para atender: 9 conferencias plenarias, 11 simposia, 51 trabajos orales, 4 talleres, 2 coloquia y 107 trabajos en carteles, representando un total de 169 contribuciones.

Es importante destacar que nuestra Sociedad procura siempre fomentar en los niños el conocimiento del suelo. Así, se han programado actividades para 80 niños de dos escuelas primarias de la ciudad.



Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C.
XLI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo

“Cultivando el Porvenir de México”



| Poliforum León | León Guanajuato, México | 09 - 13 de Octubre, 2016 |

Considero justo hacer mención al solidario apoyo que recibo de mi grupo de trabajo. Además, quiero compartir con Ustedes que este esfuerzo conjunto en el que todos participamos lo hacemos en memoria a los entrañables colegas, maestros y amigos que se nos adelantaron en el camino de la vida pero que siguen vivos en nosotros a través de su legado científico y su fraternal recuerdo.

¡Gracias, muchas gracias!

Dr. Juan José Peña Cabriales

Presidente del Comité Organizador
del XLI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo



Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C.
XLI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo
“Cultivando el Porvenir de México”



| Poliforum León | León Guanajuato, México | 09 - 13 de Octubre, 2016 |

*Patria: tu superficie es el maíz,
tus minas el palacio del Rey de Oros,
y tu cielo, las garzas en desliz
y el relámpago verde de los loros.*

Ramón López Velarde



CONFERENCIAS MAGISTRALES	10
<i>SUELO, AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN. APROVECHANDO LAS OPORTUNIDADES</i>	<i>11</i>
<i>LA IMPLEMENTACIÓN DE PRACTICAS DE CONSERVACIÓN PARA LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL SIGLO XXI... 16</i>	
<i>LA BIOFUMIGACIÓN, UNA ESTRATEGIA DESINFECTAR DE PATÓGENOS EL SUELO Y MEJORAR RADICALMENTE SU FERTILIDAD</i>	<i>18</i>
<i>LA CIENCIA DEL SUELO EN LA ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.....</i>	<i>22</i>
Vulcanología y Suelos	23
Inoculación exitosa de leguminosas – ¿Un juego de números?	25
SIMPOSIA.....	26
SIMPOSIO 1:	27
<i>Red Temática Nacional de Laboratorios para el Análisis, Uso, Conservación y Manejo del Suelo</i>	<i>27</i>
LA SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO A.C. Y SU IMPULSO A LA CIENCIA EN MEXICO	28
SITUACIÓN ADMINISTRATIVA (2010-2015) DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, A.C.....	32
REFLEXIÓN SOBRE EL ESTADO QUE GUARDA LA REVISTA TERRA LATINOAMERICANA Y PROPUESTAS PARA IMPULSAR SU FUNCIONAMIENTO	37
REFLEXIÓN SOBRE LA PARTICIPACIÓN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO A.C. EN LOS CONGRESOS INTERNACIONALES Y EN LA ALIANZA MUNDIAL POR EL SUELO	41
REFLEXIONES PARA IMPULSAR LA CIENCIA DEL SUELO EN MEXICO Y AMERICA LATINA: SITUACION, TENDENCIAS Y DESAFIOS DE LA INVESTIGACION EN EL SECTOR AGRICOLA, Y DE LOS RECURSOS NATURALES	45
LA CIENCIA DEL SUELO COMO COMPONENTE DE LA NUTRICIÓN Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA	50
RETOS DE LA CIENCIA DEL SUELO Y SU SOCIEDAD CIENTIFICA EN MEXICO.....	54
LA CIENCIA DEL SUELO EN MÉXICO: PERSPECTIVAS, RETOS, OPORTUNIDADES.....	59
LA SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO EN MEXICO ...	63
SIMPOSIO 2:	65
<i>Red Temática Nacional de Laboratorios para el Análisis, Uso, Conservación y Manejo del Suelo</i>	<i>65</i>
ESTADO DEL ARTE DE LA RED NACIONAL DE LABORATORIOS PARA EL ANÁLISIS, USO, CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL SUELO	66
RED TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN CONACYT.....	72
RED NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA FORESTAL DE CONAFOR	77
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA MEDICIÓN DE CARBONO EN SUELO MEDIANTE ENSAYOS DE APTITUD INTERLABORATORIO E INTRALABORATORIO	83
Mapa Nacional de Carbono y Nitrógeno del Suelo y del Mantillo en la República Mexicana	87
SIMPOSIO 3:	88
<i>Avances sobre nutrición vegetal en Agricultura Protegida.....</i>	<i>88</i>
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TOMATE EN SISTEMAS HIDROPÓNICOS ABIERTO Y CERRADO.....	89
SIMPOSIO 4:	94
<i>Manejo del Suelo en la Agricultura Orgánica.....</i>	<i>94</i>
RIESGOS ASOCIADOS A ENMIENDAS ORGÁNICAS	95
APLICACIÓN DEL FRIJOL DOLICHOS COMO FUENTE DE FERTILIZACIÓN EN EL CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE BIOMASA EN TOMILLO (Thymus vulgaris L.)	96
MINERALIZACION DE ESTIERCOL BOVINO SOLARIZADO Y BIOSOLIDOS COMO FERTILIZANTS ORGANICOS EN LA PRODUCCION DE CHILE	97
SIMPOSIO 5:	98



<i>Potencial de Secuestro de Carbono en suelos forestales y agrícolas</i>	98
PÉRDIDAS DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO Y DEL MANTILLO POR EROSIÓN Y DESFORESTACIÓN: IMPLICACIONES ECOLÓGICAS, SOCIOECONÓMICAS Y CULTURALES	99
LOS HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES COMO UN INDICADOR BIOLÓGICO PARA EVALUAR EL ESTADO DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO	100
SIMPOSIO 6:	104
<i>Manejo y Conservación de Suelos</i>	104
EFECTO ACUMULADO DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACION EN RENDIMIENTO DE MAÍZ Y PROPIEDADES DEL SUELO EN EL ALTIPLANO DE MEXICO	105
RIESGO A LA EROSIÓN HÍDRICA EN MICROCUENCAS: CASO MEZQUITALILLO, ARMADILLO DE LOS INFANTE, S.L.P.	110
SIMPOSIO 7:	115
<i>LA RIZÓSFERA DEL MAÍZ: SIGNIFICANCIA AGRONÓMICA</i>	115
Estrategias biológicas que optimizan la eficiencia en el uso de fósforo y productividad en maíz nativo	116
RIZÓSFERA DE MAÍZ Y SORGO: DIVERSIDAD TAXONÓMICA Y FUNCIONAL	121
EL PAPEL NUTRICIONAL DE LA POBLACIÓN BACTERIANA RIZOSFÉRICA DE MAÍZ DE TEMPORAL (Zea mays L.) EN MÉXICO.....	124
El hongo rizosférico Trichoderma atroviride confiere resistencia al ataque del insecto herbívoro Spodoptera frugiperda	130
CONTROL BIOLÓGICO DE GALLINA CIEGA CON HONGOS ENTOMOPATÓGENOS EN LA RIZÓSFERA	135
INTERACCIONES ENTRE LEVADURAS RIZOSFÉRICAS Y HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN RELACIÓN AL DESEMPEÑO VEGETAL DEL MAÍZ	141
SIMPOSIO 8:	146
<i>2016 AÑO INTERNACIONAL DE LAS LEGUMINOSAS. SUELOS Y LEGUMINOSAS PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE (FAO)</i>	146
POTENCIAL PRODUCTIVO DE LEGUMINOSAS ALTERNATIVAS PARA EL NOROESTE ÁRIDO DE MÉXICO ANTE LA DEGRADACIÓN DE SUELOS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO	147
Acumulación de Na ⁺ y Cl ⁻ en tres cultivares de frijol dolichos (Dolichos spp) con seis niveles de salinidad	152
FRIJOL PINTO SALTILLO, LOS ACIERTOS DE LA CIENCIA AGRÍCOLA EN EL BINOMIO SUELO-CULTIVO	157
SIMPOSIO 9:	162
<i>III SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE RECUPERACIÓN DE FERTILIZANTES DR. ROBERTO NUÑEZ ESCOBAR</i>	162
Análisis de indicadores de la eficiencia de uso del nitrógeno en maíz (Zea mays L.) en México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, y Costa Rica en el período 1990-2010.	163
USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES: ¿MODELO O PRINCIPIO?	173
EFICIENCIA DE FERTILIZACIÓN: ESTUDIO DE CASOS EN EL CULTIVO DE AGUACATE EN MICHOACÁN	179
EXPERIENCIA EN EL MANEJO EFICIENTE DEL AGUA Y LOS FERTILIZANTES EN FRUTALES TROPICALES E INDUSTRIALES PERENNES	185
FACTORES DEL SUELO QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE RECUPERACIÓN DEL FERTILIZANTE	194
SIMPOSIO 10:	201
<i>BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS</i>	201
Biosurfactantes y bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico en la eliminación de compuestos orgánicos ..	202
CONTAMINACIÓN DE METALES PESADOS EN SUELO, AGUA, PLANTAS Y EFECTOS EN LA SALUD.....	203
UTILIZACIÓN DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES, COMO ALTERNATIVA PARA LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON METALES PESADOS	209
CARTELES	212
DIVISIÓN I:	213
<i>Diagnóstico metodología y evaluación del recurso suelo</i>	213



CONTENIDO DE METALES EN SUELOS AGRÍCOLAS AFECTADOS CON AGUAS RESIDUALES EN COMUNIDADES de atlixco y ocoyucan, PUEBLA.....	214
CALIDAD DE BIOSÓLIDOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) DE SALTILLO, COAH., PARA USO AGRÍCOLA.....	218
CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE PLOMO EN LOS SUELOS DEL CAMPO EXPERIMENTAL YACHAY.....	222
COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS DE SUSTRATOS ORGÁNICOS, MINERALES, Y SUS MEZCLAS.....	229
CARTOGRAFÍA EDÁFICA DIGITAL DEL ESTADO DE YUCATÁN: PROPIEDADES FÍSICAS.....	234
EVALUACIÓN DE UNO, DOS Y TRES TALLOS EN EL HÍBRIDO “CID” DE TOMATE (Lycopersicon esculentum Mill) BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA E INVERNADERO.....	239
HOMOGENEIDAD DE UN MATERIAL DE REFERENCIA DE SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DE HIDROCARBUROS EN LA FRACCIÓN PESADA.....	250
ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE SUELOS EN TEXCOCO.....	260
EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN SUELOS AGRÍCOLAS DEL MUNICIPIO DE IRAPUATO, GUANAJUATO.....	266
Tamaño de contenedor y sustrato en la producción de plántulas de café en vivero.....	271
TAXONOMÍA DE LOS SUELOS EN AREAS FUERA DE RESERVAS NATURALES DE CAMPECHE.....	276
BIOMASA MICROBIANA DE UN SUELO UTILIZANDO VERMICOMPOSTA.....	280
USO DE Sporobolus airoides Y Atriplex nummularia PARA REMOCIÓN DE METALES Y SALES EN SUELOS DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE.....	285
ESPECIACIÓN DE Pb EN SUELOS REGADOS CON AGUAS RESIDUALES, EN EL ESTADO DE HIDALGO.....	290
EDAFOPAISAJES EN LA SIERRA GORDA DE GUANAJUATO.....	295
ANÁLISIS PRELIMINAR DE SUELOS ALEDAÑOS DE LA FÁBRICA TEXTIL MAYORAZGO PUEBLA.....	300
DIVISIÓN II:.....	304
<i>APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DEL SUELO.....</i>	<i>304</i>
IMPACTO AMBIENTAL POR CADMIO Y PLOMO DERIVADO DE LA DINÁMICA DE CINCO USOS DE SUELO.....	305
CORRELACIONES ENTRE PESO PROMEDIO DE FRUTOS POR ARBOL Y MICRO-NUTRIMENTOS EN Malus domestica BORKH. VARIETADES ‘SMOOTHEE GOLDEN’ Y ‘STARKRIMSON’.....	310
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE Stevia rebaudiana.....	314
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DIFERENTES DOSIS DE FÓSFORO EN LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE Stevia rebaudiana.....	319
CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA DEL RÍO MOLOLOA.....	324
CHILE HABANERO (Capsicum chinense Jacq.) CULTIVADO EN SUSTRATO A BASE DE ARENA DE ARROYO BAJO MALLA SOMBRA.....	330
INFLUENCIA DE SALINIDAD Y SILICIO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA DE Moringa oleífera LAM.....	335
DETECCIÓN DE ENFERMEDADES FÚNGICAS EN PINOS DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA.....	340
PARÁMETROS DE CALIDAD EN TRIGO (Triticum durum L.) PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA.....	345
EL STATUS NUTRIMENTAL DEL SUELO Y SU INFLUENCIA EN LA CONTAMINACIÓN POR AFLATOXINAS EN EL CULTIVO DE CACAHUATE (Arachis hypogaea L.).....	350
ASIMILACIÓN DE NITRÓGENO EN PLÁNTULAS DE TOMATE ASPERJADAS CON ELICITORES ORGÁNICOS E INORGÁNICOS.....	355
DISTRIBUCIÓN DE PLOMO, MERCURIO Y ARSENICO EN LA LAGUNA DE LA ZACATECANA, MUNICIPIO DE GUADALUPE, ZACATECAS.....	360
EFFECTO DE SALINIDAD E IRRADIANCIA EN LA CINÉTICA DE CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE CLOROFILA EN Dunaliella sp., Tetraselmis sp., Y UNA CEPA NO IDENTIFICADA DENOMINADA 001.....	364
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TOMATE EN SISTEMAS HIDROPÓNICOS ABIERTO Y CERRADO.....	370
ARSÉNICO EN EL AGUA DE RIEGO EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE FRESA (Fragaria x ananassa Duch.).....	375
CONTENIDO MINERAL EN PLÁNTULAS DE Moringa oleífera Lam. IRRIGADAS CON DEFICIENCIA DE N, P, K, Ca Y Mg.....	381



INOCULACIÓN DE RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN EL CULTIVO DE TOMATE (Solanum lycopersicum L.) EN INVERNADERO.....	386
MICORRIZA EXPERIMENTAL LÍQUIDA PARA LA PRODUCCIÓN DE SORGO EN TEMPORAL.....	391
RESPUESTA DEL FRIJOL AL INCREMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE CO ₂	396
NIVELES DE CADMIO, PLOMO Y COBRE EN ALFALFA (Medicago sativa) IRRIGADA CON AGUA RESIDUAL CRUDA, TRATADA Y MEZCLADA.....	401
EL SUELO COMO DEPURADOR NATURAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DE UN INGENIO AZUCARERO.....	406
REMOCIÓN DE PLOMO POR CONSORCIO BACTERIANO AISLADO DE SUELO CONTAMINADO POR ACTIVIDAD MINERA EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN	411
EVALUACIÓN DEL EFECTO TÓXICO DE Zn Y Pb EN SEMILLAS DE CEMPASÚCHIL	416
ACTIVIDAD FOSFATASA EN Pseudomonas fluorescens AISLADAS DE SUELO RIZOSFÉRICO DE MAÍZ.....	421
LOS HONGOS MICORRÍCICOS ARBUSCULARES COMO UN INDICADOR BIOLÓGICO PARA EVALUAR EL ESTADO DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO	426
EVALUACION DE ENZIMAS DE SUSTRATOS POST-COSECHA DE P. ostreatus PARA LA BIODEGRADACION DE DIESEL A NIVEL MICROCOSMO	430
BACTERIAS DEL SUELO ASOCIADAS A MAÍZ, BENÉFICAS PARA EL CONTROL DE HONGOS FITOPATÓGENOS	435
BACTERIAS HALÓFILAS EN LA GERMINACIÓN Y PROMOCIÓN DEL CRECIMIENTO DE Helianthus sp. EN SUELOS CONTAMINADOS CON DESECHOS DE CURTIDURÍA.....	440
RESPUESTA DEL RENDIMIENTO Y PIGMENTOS FOLIARES A LA EFECTIVIDAD DE VARIEDADES DE PIMIENTO MORRÓN INJERTADAS.....	446
COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE LA SOLUCIÓN DEL SUELO Y DEL EXTRACTO CELULAR DE PECIOLO EN ARÁNDANOS.....	451
EFICIENCIA DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO.....	457
TASAS DE LIBERACIÓN NUTRIMENTAL DE FERTILIZANTES DE ENTREGA CONTROLADA EN UN SUSTRATO ALTERNATIVO PARA VIVERO FORESTAL	462
EFFECTO DEL FÓSFORO EXÓGENO EN EL PORCENTAJE DE COLONIZACIÓN MICORRÍZICA EN RAÍCES DE PLANTAS DE CHILE JALAPEÑO.....	467
CALIDAD DE VERMICOMPOSTAS OBTENIDAS A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA REGIÓN DE LA CHONTALPA, TABASCO, MÉXICO.....	472
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL CULTIVO DE MELÓN.....	477
ESTIMACIÓN DE LA RECARGA HÍDRICA UTILIZANDO EL MÉTODO DE CURVAS NUMERICAS EN LA CUENCA DEL RÍO AYUQUILA, JALISCO, MEXICO.....	480
BACTERIAS PRODUCTORAS DE BIOSURFACTANTES AISLADAS DE SUELOS CONTAMINADOS CON PETRÓLEO ..	485
CRECIMIENTO DE CACAO CLONAL EN SAF CON LA APLICACIÓN DE INOCULANTES BACTERIANOS	490
INDICADORES FISIOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE DOSIS DEFICIENTES Y TÓXICAS DE NITRÓGENO	495
DINÁMICA DE EMISIÓN DE CO ₂ POR LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS DE CULTIVOS APLICADOS AL SUELO 500	
CONTENIDO DE NITRÓGENO, CLOROFILA, biomasa y actividad nitrato reductasa en semillas de frijol BIOFORTIFICADO CON hierro y zinc.....	505
¿PORQUE NO HA SIDO POSIBLE PROBAR LA ESENCIALIDAD DEL BORO EN EL HOMBRE?: UNA HIPÓTESIS.....	511
BÚSQUEDA DE RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL QUE MODIFICAN LA FLORACIÓN EN ARABIDOPSIS	517
ROCA ZEOLÍTICA NATURAL COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA EL TRATAMIENTO AVANZADO DE AGUAS CON PRESENCIA DE COLORANTES	522
PERFIL DE COMPUESTOS VOLÁTILES EN FRAMBUESA.....	527
PRESENCIA DE CIANOBACTERIAS RELACIONADAS A LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	533
EFFECTO DE LA INOCULACIÓN DE CEPAS NATIVAS DE RIZOBIOS, PRODUCTORAS DE COMPUESTOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO, EN LA CAPACIDAD DE NODULACIÓN Y CONTENIDO DE NITRÓGENO EN LA BIOMASA DE L. leucocephala.....	538



DISTRIBUCIÓN DE FRACCIÓN LÁBIL DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO EN MILPA INTERCALADA EN ÁRBOLES FRUTALES.....	544
CORRELACIONES ENTRE PESO PROMEDIO DE FRUTOS Y CARGA POR CLADODIO Y MICRO-NUTRIMENTOS EN Opuntia ficus-indica (L.) MILLER VARIEDAD 'ROJO PELÓN'	549
EFFECTO DEL ACIDO SALICILICO EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y NUTRACEUTICA EN FRUTOS DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.....	553
PRODUCCIÓN DE MELÓN CHINO EN MICROTUNEL CON HULE SIN ALBEDO Y ACOLCHADO PLASTICO EN LA LAGUNA	557
EFFECTO DE RIZOBACTERIAS ISLADAS DE SUELO EN LA ACUMULACIÓN DE PLOMO POR Helianthus annuus L. BAJO CONDICIONES IN VITRO.....	562
RIEGO SUPLEMENTARIO AHORRA AGUA Y MEJORA EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA TUNA 'ROJA DALIA' ..	566
DIVISIÓN III:	571
<i>Aprovechamiento del recurso suelo.....</i>	<i>571</i>
ELABORACIÓN DE BIOFERTILIZANTE A BASE DE Rhizobium spp. EN CAMPO ZACATECANO	572
INDUCCIÓN FLORAL EN GUAMÚCHIL Pithecellobium dulce (ROXB.) BENTH.....	577
LOS AGROSISTEMAS DE CONSERVACIÓN UTILIZANDO EL MULTIARADO EN EL CULTIVO DEL FRIJOL (Phaseolus vulgaris) VARIEDAD PINTO SALTILLO	581
AJUSTE EN LA DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ Y TRIGO EN VERTISOLES CULTIVADOS CON PRÁCTICAS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN	586
INCORPORACIÓN DE ABONOS VERDES Y MANEJO AGRONÓMICO PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE CHILE ANCHO EN GUANAJUATO	590
EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ALTERNATIVOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE LECHUGA (Lactuca sativa L.).....	596
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO BAJO SISTEMA DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN, IRRIGADO CON AGUAS RESIDUALES.....	601
TIPO DE FERTILIZACIÓN Y EFFECTO SOBRE LA SOLUCIÓN DEL SUELO Y LA BIOMASA DE TOMATE	606
ESTIÉRCOL BOVINO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FIBRA DEL ALGODONERO EN EL VALLE DE JUÁREZ, CHIH.	611
RESPUESTA DEL TRIGO A LA FUENTE Y DOSIS DE NITRÓGENO EN UN SUELO ARCILLOSO DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA	617
RESPUESTA DEL TRIGO A LA FUENTE Y DOSIS DE FÓSFORO EN UN SUELO ARCILLOSO DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA	622
EFFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS EN EL SUELO, EN LA SOLUCIÓN DEL SUELO Y EN LAS HOJAS DE GUAYABO	627
IMPACTO DE BIOSOLIDOS EN SUELOS AGRICOLAS DEL VALLE DE JUAREZ, CHIHUAHUA	633
CARBONO ORGÁNICO EDÁFICO EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO EN EL MUNICIPIO DE COMALCALCO, TABASCO (AVANCES)	638
Rizobacterias solubilizadoras de fósforos con actividad antagónica in vitro contra Colletotrichum gloeosporioides	644
MEZCLA DE ABONOS ORGÁNICOS CON FERTILIZANTE INORGÁNICO EN LA DISPONIBILIDAD DE FÓSFORO.....	648
PRODUCCIÓN HORTÍCOLA ORGÁNICA EN OTUMBA, MÉXICO	653
ASIMILACIÓN DE ³² P POR LA PLANTA DE MAÍZ INOCULADA CON RIZOBACTERIAS AISLADAS DE TRES AGROSISTEMAS DE MAÍZ DE TEMPORAL DE MÉXICO	657
RESPUESTA DEL CULTIVO DE AVENA FORRAJERA A LA APLICACIÓN DE LIXIVIADO DE LOMBRICOMPOSTA	663
CALIDAD NUTRITIVA DEL MAÍZ FORRAJERO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA....	668
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN EN UNA REGIÓN ÁRIDA DEL NORTE DE MÉXICO	674
EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ALTERNATIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE HORTALIZAS	684
EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS CONSERVACIONISTAS CON CUENCAS INSTRUMENTADAS EN LA CUENCA DEL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN	692



Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C.
XLI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo

“Cultivando el Porvenir de México”



| Poliforum León | León Guanajuato, México | 09 - 13 de Octubre, 2016 |

MINERALIZACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO DE MEZCLAS DE SUELO CON ACTIVIDAD FLORÍCOLA Y COMPOSTA	698
EL PROCESO DE TRANSFORMAR MADERA A CARBÓN VEGETAL SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES EDÁFICAS	702
Evaluación del Cultivo de Trigo Bajo Criterio de Agricultura de Conservación en Quinta Fase. Valle de Mexicali, Baja California. México	706
RESPUESTA DEL CULTIVO DE ÁSTER A LA APLICACIÓN DE DIVERSAS FUENTES NUTRIMENTALES	711
La simulación mediante factores climáticos y edáficos en la producción de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en el occidente de México 2010-2020, caso: valle de El Grullo-Autlán, Costa Sur de Jalisco	716
EVALUACION DEL LABOREO Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN MAÍZ DE RIEGO USANDO EL MODELO EPIC.	722
FERTILIZACIÓN NITROGENADA PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LUVISOLES DE YUCATÁN	727
APLICACIÓN DE POTASIO PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LUVISOLES DE YUCATÁN	732
EFICIENCIA EN EL USO DE NITRÓGENO POR EL CULTIVO DE BRÓCOLI, EN EL BAJÍO GUANAJUATENSE.....	736
CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN UN VERTISOL CULTIVADO CON MILPA INTERCALADA EN ARBOLES FRUTALES, EN LADERAS DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ	741
DIVISIÓN IV:	748
<i>Educación y asistencia técnica</i>	748
NEUTRALIZAR LA DEGRADACIÓN DE LA TIERRA. OPORTUNIDADES Y RETOS PARA MÉXICO	749
DECAIMIENTO DE LA EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN	755
DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO TOTAL.	760
La presencia del arte en la protección del suelo	766
SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE UN INVERNADERO AUTOMATIZADO CON ARDUINO	768



Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C.
XLI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo

“Cultivando el Porvenir de México”



| Poliforum León | León Guanajuato, México | 09 - 13 de Octubre, 2016 |

División III:

APROVECHAMIENTO DEL RECURSO SUELO



ELABORACIÓN DE BIOFERTILIZANTE A BASE DE *Rhizobium* spp. EN CAMPO ZACATECANO

Acuña-Quiñones, A.^{1*}; Méndez -Márquez, R.¹; Lara-Herrera, A.¹.

¹Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Ciencias Químicas. Zacatecas, Zac., México.

*Autor responsable: any_230693@hotmail.com; Calle Plan de Ayutla Núm. 203, Col. Benito Juárez, Zacatecas, Zacatecas. México. CP 98080; Tel. +52(437)-104-8069

Resumen

Los biofertilizantes son preparados de microorganismos aplicados al suelo y/o planta con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética, así como disminuir la contaminación generada por los agroquímicos (Armenta, García *et al.* 2010). Desde un punto de vista ecológico los fijadores del nitrógeno más importantes son aquellos que fijan en asociación con una planta, porque el Nitrógeno fijado es suministrado precisamente donde se necesita: pegado a las raíces de la planta (Postgate, 1981).

Palabras clave

Biofertilizantes, Microorganismos, Fertilización, *Rhizobium* spp.

Introducción

Los organismos fijadores de nitrógeno mejor conocidos son los que se encuentran en las asociaciones biológicas simbióticas conocidas como nódulos de las raíces, principalmente de las plantas leguminosas, dentro de las cuales las formas bacteroides de *Rhizobium* fijan el Nitrógeno. (Mays-Figueroa, 2004).

La interacción de las leguminosas con bacterias capaces de aprovechar una gran proporción del nitrógeno atmosférico (familia Rhizobiaceae) resulta de gran importancia para el desarrollo de los cultivos (FAO, 1984).

Los rizobios, son microorganismos capaces de inducir la formación de nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico en las raíces de las plantas de la familia Leguminosae (Marc-Neyra, 1995). Son bacilos de 0,5 a 0,9 µm de ancho y 1,2 a 3,0 µm de longitud, son bacterias Gram negativas y no esporulan, son móviles debido a flagelos peritricos o a un flagelo polar o subpolar (Marc-Neyra, 1995).

La especie *Phaseolus vulgaris* o frijol común es originaria del área México-Guatemala. Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) realizó el VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007, identificando al frijol como uno de los cultivos de mayor importancia en México; por superficie sembrada, se ubica en segundo lugar después del maíz y el Estado de Zacatecas es el primer productor de esta leguminosa en el año agrícola 2007. En la actualidad la agricultura es una de las actividades más importantes para la economía de los Zacatecanos, pues de ella depende la alimentación primaria de miles de personas (Molina y Córdova, 2006).

La ENA contempla datos de los 34 productos más importantes para el país (México).

La Encuesta Nacional Agropecuaria 2014 arroja el dato que la superficie sembrada de cultivo anual que ocupa el frijol es de 1,878,933 de hectáreas, dando como resultado una producción de 1,434,668 toneladas de frijol (ENA 2014).



El 73% de la producción Agrícola se destina a la venta, donde el volumen de producción vendido de frijol es: intermediario 62.7 %, directo al consumidor 2.3%, empacadora o industria procesadora 7.4%, central de abastos 1.4%, supermercado 0.3%, otro tipo de comprador 9.3%, varios compradores (no se conoce al comprador) 16.7% (ENA 2014).

Materiales y Métodos

Como material biológico se utilizaron nódulos de raíces de *Phaseolus vulgaris* (frijol) de las siguientes tres variedades:

- 1- Flor de Junio UAZ L77. (FJ-UAZ-L77)
- 2- Azufrado UAZ 136. (A-UAZ.136)
- 3- Flor de Junio UAZ 486. (FJ-UAZ-486)

Las muestras recolectadas se tomaron de manera aleatoria, dado que no todas las raíces presentaban nodulación.

Modo de preparación de los nódulos.

Se aislaron los nódulos de las raíces de la planta de frijol, y posteriormente se sanitizaron por inmersión en una solución de cloro al 10% (v/v) durante un tiempo de 5 minutos, y en una solución de etanol al 70% (v/v) por un periodo de 10 minutos. Posteriormente se realizan 3 lavados con agua estéril, con una duración de 1 minuto en cada lavado. Los nódulos previamente sanitizados fueron macerados en 10 ml de agua estéril, en un mortero estéril, posteriormente se tomó 1 ml del macerado y se diluyo con agua destilada estéril hasta obtener diluciones de 10^1 a 10^7 ; de cada dilución se estrieron 500 μ l sobre cajas Petri conteniendo medio de cultivo ELMARC (Angeles y Cruz, 2015).

Caracterización de Rhizobium spp.

Se realizó caracterización morfológica macroscópica y microscópica con tinción de Gram y las pruebas bioquímicas de catalasa y oxidasa a cada una de las muestras, mostrando estas, analogía en la identificación.

Preparación de la semilla.

Se sanitizaron semillas de *Phaseolus vulgaris* (frijol) flor de junio, por inmersión en una solución de cloro al 10% en un tiempo de 14 minutos. Después las semillas se sumergen en solución de etanol al 70% en un periodo de 5 minutos y finalmente se realizan 5 lavados con agua estéril de 1 minuto cada uno (Ángeles y Cruz, 2015).

Preparación del suelo.

El suelo con el que se trabajó, se preparó a partir de una mezcla de un suelo arcilloso y arena, que proporcione la Unidad Académica de Agronomía perteneciente a la U.A.Z., el cual fue esterilizado en autoclave por 20 minutos a 15 psi/121 °C.

Medio de cultivo ELMARC (para 1 litro)

K ₂ PHO ₄	0,655g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,200g
NaCl	0,100g
Manitol	2.500g
Sacarosa	7.500g
Extracto de levadura	0.500g



Agar	15.000g
Solución Rojo Congo*	1.00ml (*Rojo Congo 1g en 400 ml de agua destilada.)
pH	6.5-6.8

Estándar McFarland 0.5

El estándar de McFarland es creado al mezclar soluciones de cloruro de bario y ácido sulfúrico, el patrón 0.5 corresponde aproximadamente a una suspensión homogénea de 1.5×10^8 células por ml. (McFarland Turbidity Standart N° 0.5)

Fórmula aproximada.

Ácido sulfúrico 0.18M..... 99.5 ml
Cloruro de Bario 0.048 M..... 0.5 ml

Metodología para la elaboración del biofertilizante.

1. - Preparar el estándar de McFarland 0.5.
2. - Preparar tubos de cada aislamiento de *Rhizobium* de las 3 variedades al 0.5 McFarland.
3. - Inocular matraces con 150 ml de caldo nutritivo, 1ml del preparado de cada variedad al 0.5
4. - Colocar en plancha de agitación, durante 72 horas a 28° C, y fotografiar cada 24 horas.
5. - Realizar tinción de Gram al desarrollo obtenido de los matraces.
6. - Comenzar la siembra del frijol de la variedad flor de junio.

Ensayo en invernadero.

Se utilizarán semillas de la variedad de flor de junio, con previa sanitización como antes se menciona, se procederá a sembrarlas sobre macetas de aproximadamente 1Kg con suelo estéril y se verificara periódicamente su desarrollo hasta un tiempo de 80 días para posteriormente medir su desarrollo de foliación, talla, raíz y nodulación.

Resultados y Discusión

La interacción simbiótica entre la planta – microorganismo, permite mostrar algunos procesos biológicos que favorecen el desarrollo de los cultivos de leguminosas, satisfaciendo las necesidades de la agricultura, además de mostrar un rendimiento alto, con la ventaja de un costo bajo, una fertilidad del suelo y sobre todo, una menor contaminación como la causada por la fertilización química.

Este trabajo se ha centrado en buscar cepas de *Rhizobium* spp. y mezclarlas con otras sustancias que proporcionen nutrición a las bacterias que se encargan de llevar a cabo la formación de nódulos en las raíces del frijol y así llevar a cabo el proceso de fijación de nitrógeno.

Microorganismos que promueven la fijación de nitrógeno, aislados de raíces de tres variedades de frijol.

Para este proyecto se lograron aislar cepas de *Rhizobium* de tres variedades de frijol (FJ-UAZ-L77, A-UAZ-136 y FJ-UAZ-486), las pruebas bioquímicas de catalasa y oxidasa (Figuras 1 y 2) fueron unas de las pruebas que permitieron saber que se trataba de FBN (*Rhizobium* spp.), además de la tinción de Gram que mostró bacilos Gram negativos (Figura 3), morfología característica de cepas de *Rhizobium*. En la actualidad, es ampliamente conocido que las bacterias del suelo pertenecientes a la



familia Rhizobiaceae tales como *Sinorhizobium freddi*, *Bradyrhizobium japonicum* entre otras, interactúan con las raíces de las leguminosas para formar nódulos en los que el nitrógeno atmosférico puede ser fijado (Frayssé *et al.* 2002; Püeppke y Broughton, 1999).

Tabla 1- Desarrollo en caja de las diluciones de cada variedad.

Dilución	Fj 177 UAZ	A 136 UAZ	Fj 486 UAZ
Concentrado			
1:1			++
1:2			++
1:3	X		y +
1:4	X		x
1:5	X		
1:6			+
1:7	X	+	

Fj: flor de junio, A: azufrado, x: sin desarrollo, : desarrollo. +: Contaminación, ++; contaminación de dos colonias diferentes o más.

Figura 1- Prueba bioquímica Catalasa.



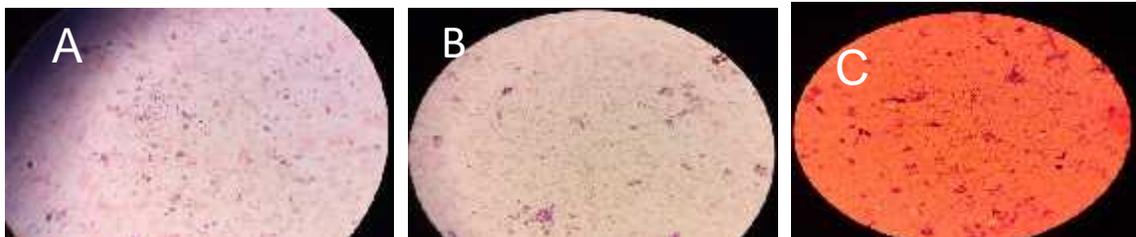
(A) Flor de junio UAZ L77, positivo a la prueba de catalasa, (B) Azufrado UAZ 136, catalasa positivo, (C) flor de junio UAZ 486 catalasa positiva

Figura 2- Prueba bioquímica Oxidasa.



(A) Flor de junio UAZ L77, positivo a la prueba de Oxidasa, (B) Azufrado UAZ 136, catalasa oxidasa, (C) flor de junio UAZ 486 oxidasa positiva.

Figura 3- Tinciones de Gram



(A) junio UAZ L77, Bacilos Gram negativos, (B) Azufrado UAZ 136, Gram negativos, (C) flor de junio UAZ 486 Bacilos Gram negativos.



Conclusiones

Se aislaron y caracterizaron morfológicamente y bioquímicamente y con tinción de Gram tres cepas de nódulos de raíces de frijol (FJ-UAZ-L77, A-UAZ.136 y FJ-UAZ-486).

La variedad de Azufrado UAZ 136 se presentó mayor nodulación en las raíces, al momento de evaluar el desarrollo en las cajas de las diferentes diluciones, presentó formación de colonias características de *Rhizobium* spp.

Las variedades de Flor de junio UAZ L77 y Flor de junio 486, presentaron aproximadamente la misma cantidad de nódulos en las raíces, donde cabe mencionar que el desarrollo de colonias en las diferentes diluciones de la variedad L77 UAZ fue reducido y presentó contaminación, al igual en la variedad UAZ 486, aparentemente de micorrizas, en donde también valdría la pena estudiar esa interacción.

Algunas bacterias unidas a nutrientes favorecen el desarrollo de ciertas plantas, por lo que se a escrito. *Rhizobium* ayuda a optimizar el crecimiento en leguminosas, por consiguiente se esperará que dichas bacterias ligadas a nutrientes muestren una respuesta favorable a los cultivos de frijol en el campo del Estado de Zacatecas.

Referencias

- Armenta A, García C, Camacho J, Apodaca M, Montoya L, y Nava E. 2010. Biofertilizantes En El Desarrollo Agrícola de México. Ra Ximhai; 6 (1): 51- 56.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1984. Legume inoculants and their use. Rome, Italy: FAO. 1 32pp.
- Jabbouri, S.: Treilhou, M.: Couderc, F. and Poisot, V. 2002. Symbiotic conditions induce structural modifications of *Sinorhizobium* sp. NGR234 surface polysaccharides. Glycobiology. 12:741-748.
- Marc Neyra 1995. Manual técnico de la fijación simbiótica del nitrógeno. Leguminosa/ Rhizobium. Roma
- Mays Figueroa J. 2004. Fijación Biológica del Nitrógeno. UDO Agrícola; 4 (1): 1-20.
- Nota Técnica Encuesta Nacional Agropecuaria 2014. SAGARPA-INEGI.
- Postgate J. 1981. Fijación del Nitrógeno. 1ª edición. Barcelona. Ed. Omega. 9-82.