

# MEMORIA DEL 44° CONGRESO MEXICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*Coordinadores*

Fernando Ramos Gourcy  
Luis Reyes Muro  
José Saúl Padilla Ramírez  
Catarino Perales Segovia  
Miguel Ángel Martínez Gamiño  
Víctor Manuel Rodríguez Moreno  
Esteban Salvador Osuna Ceja  
Mercedes Borja Bravo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

# MEMORIA DEL 44<sup>o</sup> CONGRESO MEXICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

*Coordinadores*

Fernando Ramos Gourcy  
Luis Reyes Muro  
José Saúl Padilla Ramírez  
Catarino Perales Segovia  
Miguel Ángel Martínez Gamiño  
Víctor Manuel Rodríguez Moreno  
Esteban Salvador Osuna Ceja  
Mercedes Borja Bravo



AGUASCALIENTES, AGS., MÉXICO / OCTUBRE 2019

**Instituciones colaboradoras  
en el 44° Congreso Mexicano de la Ciencia del Suelo**



Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo



International Union of Soil Sciences



Colegio de Postgraduados, Campus S.L.P.



Instituto Tecnológico El Llano  
Aguascalientes



Universidad Nacional Autónoma de México



Universidad Autónoma Chapingo



# MEMORIA DEL 44° CONGRESO MEXICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

Primera edición 2019

D.R. © Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Av. Universidad 940  
Ciudad Universitaria  
Aguascalientes, Ags., 20131  
[www.uaa.mx/direcciones/dgdv/editorial/](http://www.uaa.mx/direcciones/dgdv/editorial/)

## *Coordinadores*

D.R. © Fernando Ramos Gourcy  
Luis Reyes Muro  
José Saúl Padilla Ramírez  
Catarino Perales Segovia  
Miguel Ángel Martínez Gamiño  
Víctor Manuel Rodríguez Moreno  
Esteban Salvador Osuna Ceja  
Mercedes Borja Bravo

## **Comité de Arbitraje Científico:**

José Saúl Padilla Ramírez  
Catarino Perales Segovia  
Miguel Ángel Martínez Gamiño  
Víctor Manuel Rodríguez Moreno  
Esteban Salvador Osuna Ceja  
Mercedes Borja Bravo

Diseño editorial:  
Genaro Ruiz Flores González  
[ldgnaro.myportfolio.com](http://ldgnaro.myportfolio.com)

Hecho en México / *Made in Mexico*

El contenido y cuidado de los textos  
son responsabilidad de los autores

44° CONGRESO MEXICANO DE LA  
**CIENCIA DEL SUELO**  
 "EL SUELO, DONDE TODO COMIENZA"  
 28 de octubre al 1 de noviembre de 2019  
 Salón Universitario de Usos Múltiples, Ciudad Universitaria, Aguascalientes

[smcs.congreso@gmail.com](mailto:smcs.congreso@gmail.com)    [smcs@correo.uaa.mx](mailto:smcs@correo.uaa.mx)

El cartel se compone del fondo que muestra el Cerro del Muerto (es un símbolo muy importante en el Estado de Aguascalientes) en el horizonte. En primer plano se muestra un corte donde se presenta la tierra debajo, lo que es el tema central del Congreso.

El logo es una planta que se alza desde la tierra, la tierra se simboliza mediante estas líneas curvas (este símbolo se usa generalmente en electrónica al representar la tierra) que son 5 que así identifica a todo el planeta o los 5 continentes. La planta muestra sus raíces que se hunden profundamente hasta la última capa, esto simboliza desde luego que, si hay un buen suelo, el producto que es la planta será de excelente calidad.

Por último, a los costados se retoman estas líneas curvas que simbolizan la tierra y su aprovechamiento mediante el cultivo.

Lic. Cuahtémoc López Luévano  
 Universidad Autónoma de Aguascalientes

## PRESENTACIÓN

¡GRACIAS! por participar en el 44° Congreso Mexicano de la Ciencia del Suelo. Las instituciones colaboradoras; Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, la Universidad Autónoma de Aguascalientes, la International Union of Soil Sciences, el Campo Experimental Pabellón del INIFAP, el Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí, el Instituto Tecnológico El Llano, la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial del Gobierno del Estado, el Comité Estatal de Sanidad Vegetal y la Universidad Autónoma Chapingo; hemos preparando un evento de “GRAN CALIDAD CIENTÍFICA Y MUCHA CALIDEZ HUMANA”.

Quedamos muy emocionados por la gran participación, ya que como tú, más de 350 investigadores de todo el país y del extranjero, han confiado en nosotros y han seleccionado este Congreso para venir a exponer los resultados de sus investigaciones, intercambiar ideas y experiencias, analizar y discutir en un ámbito de cordialidad y respeto, todo aquello que tenga que ver con el maravilloso mundo de la Ciencia del Suelo.

Además del Congreso, tenemos una oferta extraordinaria de eventos académicos que integran el Programa General. Te invitamos a que seas esa enzima catalizadora que nos ayude a difundir entre la comunidad de tu institución (profesores, investigadores y estudiantes de pregrado y posgrado), toda la información de nuestro Congreso contenida en el presente libro.

**“MEMORIA DEL 44° CONGRESO MEXICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO”** es una compilación de resúmenes relacionados al manejo sostenible de un recurso que cada día está más erosionado. Los autores comparten su experiencia sobre el apasionante mundo de la Ciencia del Suelo. Sus propuestas se fundamentan en los postulados emanados de las reuniones nacionales e internacionales sobre el cuidado de este recurso, entre los que destacan<sup>1,2</sup>: 1.- Los suelos del mundo son extremadamente distintos y dinámicos, proporcionan numerosas funciones y servicios que requieren los seres humanos y son esenciales en la mayoría de los aspectos de nuestras vidas, 2.- El suelo es la piedra angular del medio ambiente y la base para la vida de microorganismos, plantas y animales, 3.- El suelo filtra agua, fundamental para el suministro de

---

1 International Year of Soils. [https://www.iuss.org/index.php?article\\_id=22](https://www.iuss.org/index.php?article_id=22)

2 Declaración de Viena sobre el Suelo. [http://slcs.org.mx/images/Declaracion\\_de\\_Viena.pdf](http://slcs.org.mx/images/Declaracion_de_Viena.pdf)

agua potable y otros recursos hídricos, 4.- El suelo almacena agua para el uso por las plantas y actúa como un amortiguador para frenar el escurrimiento acelerado, 5.- El suelo es la base para la mayor parte de los alimentos producidos en el mundo, 6.- El suelo captura carbono y puede ayudar a mitigar el cambio climático y 7.- El suelo es un recurso finito, no renovable en la escala de la vida humana.

La Universidad Autónoma de Aguascalientes -sede del evento- es una Institución de vanguardia, en la cual encontrarás espacios académicos, tecnología educativa, amplios jardines, limpieza y orden que te permitirá disfrutar de tu estancia en un entorno único universitario.

Aguascalientes "TIERRA DE LA GENTE BUENA" los recibe con los brazos abiertos.

Dr. Fernando Ramos Gourcy  
*Presidente del Comité Organizador Local*

CON

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

56

TE

II  
Relación suelo-clima-biota

113

NI

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

226

DO

IV  
Educación  
y asistencia técnica

284



## CONTAMINACIÓN

### CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN SUELOS URBANOS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNAM

*Lucy Mora P., Eliudimir Peña Ramírez, Blanca Prado, Javier Tadeo Leon y Silke Cram Heydrych*

57

### DISEMINACIÓN DE FÁRMACOS Y DETERMINANTES DE RESISTENCIA EN EL AMBIENTE POR EL RIEGO AGRÍCOLA CON AGUA RESIDUAL EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO

*Christina Siebe, Philipp Dalkmann, Melanie Broszat, Blanca Prado, Yolanda López Vidal, Elizabeth Grohmann y Jan Siemens*

58

### DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA CONCENTRACIÓN Y CARGA DE MANGANESO EN EL POLVO DE CIUDAD DE MÉXICO

*Aguilera A., Bautista F., Gogichaichvili A., Gutiérrez-Ruiz M.E., Cenicerós-Gómez A.E., López-Santiago N.R.*

59

### EVALUACIÓN IN VITRO DE LA SUSCEPTIBILIDAD A METALES PESADOS EN PLANTAS DE ZONAS ÁRIDAS

*Lucila Perales-Aguilar, Eugenio Martín Pérez-Molphe-Balch, Ma. del Socorro Carmen Santos-Díaz y Yenny Adriana Gómez-Aguirre*

60

**FITORREMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADO CON PETRÓLEO CRUDO UTILIZANDO  
*Rhizophora mangle* y *Serratia marcescens***

María Guadalupe Vera Rosado, Miguel Ángel Ramírez Elias, Francisco Anguebes Franseschi y Esthela Endañú Huerta

61

**IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE METALES PESADOS (As, Cd, Cu, Hg, Pb)  
EN SUELOS DE USO AGRÍCOLA DEL ESTADO DE CAMPECHE**

Cynthia Gpe López-Delgado, Blanca Lucia Prado-Pano, Lucy Natividad Mora-Palomino,  
Alfonso Antonio Árciga-Suárez, Karen Dose-Maldonado y Milton C. Soto-Barajas

62

**INDICADORES DE CALIDAD DE SUELO EN UNA RESERVA URBANA EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

Stephanie Chantal Segura-Espinosa, María del Pilar Ortega-Larrocea y Silke Cram-Heydrich

63

**LA MINERÍA PRIMARIA DEL MERCURIO EN LA ZONA MINERALIZADA  
DE LA SIERRA GORDA, ESTADOS DE QUERÉTARO Y GUANAJUATO**

Gilberto Hernández-Silva, Luis Fernando Vassallo, Sergio Martínez-Trinidad, Sara Solís-Valdez y Azalea Ortiz-Rodríguez

64

**METALES EN CULTIVOS Y SUELO DE UN HUERTO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

R. E. Acosta-Hernández, S. Cram-Heydrich y P. Fernández-Lomelí

65

**MOVILIDAD DE SULFAMETOXAZOL EN UN PIEDEMONTE REGADO CON AGUAS RESIDUALES**

Blanca Prado, Mario Rodríguez, Juan Carlos Durán y Christina Siebe

66

**PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS Y CONTAMINANTES EMERGENTES  
EN AGUAS DE RIEGO, SEDIMENTOS Y SUELOS DE LA CIÉNEGA DE CHAPALA, MICHOACÁN**

*Héctor Andrade-Prado, Martha Alicia Velázquez-Machuca y José Luis Pimentel-Equihua*

**67**

**POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA DE LODOS RESIDUALES GENERADOS EN LA PLANTA  
DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES, AGS.**

*Edmundo Robledo-Santoyo, Langen Corlay-Chee, Ranferi Maldonado-Torres, Elizabeth Hernández-Acosta y David Cristobal-Acevedo*

**68**

**PRESENCIA DE METALES PESADOS EN PLANTAS  
Y SUELOS DEL JARDÍN "XOCHITLALYOCAN" (JPMAX) CIBAC, CDMX**

*Vela-Correa, Gilberto, Osuna-Fernández, Aída Marisa, Ramírez-Peña, Abigail, Pimentel-López, Jahzeel y Osuna-Fernández, Helia Reyna*

**69**

**PREVALENCIA DE RESISTENCIA ANTIBACTERIANA EN AISLAMIENTOS DE MANOS.  
¿ES LA ACTIVIDAD LABORAL UN FACTOR?**

*Yolanda López Vidal, René Arredondo-Hernández, Samuel Ponce de León Rosales,  
Christina Siebe Grabach, Antonio Villa Romero y Rosario Patricia López Magaña*

**70**

**PROPUESTA AL TRATAMIENTO DE RESIDUOS DERIVADOS DE LA FITORREMEDIACIÓN EN SUELOS  
CONTAMINADOS POR METALES PESADOS: EL CASO DE HUAUTLA, MORELOS**

*Abigail Díaz-Armendáriz, Patricia Mussali-Galante y Efraín Tovar-Sánchez*

**71**

## FÍSICA DE SUELOS

### CONSERVACIÓN DE SUELO EN TEPANCO DE LÓPEZ, PUEBLA, MÉXICO

R.Castelán-Vega- y V. Tamariz-Flores

73

### ESTIMACIÓN DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (KS) E IMPULSO CAPILAR NETO (G) POR MEDIO DE PORTABLE Drip Infiltrometer (PDI)

Lorenzo Borselli

74

### ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO PARA LA PLANIFICACIÓN PRODUCTIVA DEL SUELO EN EL EJIDO NUEVO ORIZABA, BENEMÉRITO DE LAS AMÉRICAS, CHIAPAS

Teodoro Castillo-Pérez, Darinel Bermudez-Ruíz, Luís Miguel Díaz-Díaz, Yeseli Jazmín Gálvez-Moguel, Alonso Jesús Cuespaltz Gómez-García,  
Fabiola López-Jiménez, Felipe López-Montejo, Beida Sánchez-Escobar, Rosalinda Vázquez-Castañeda y Ruth Villarreal-Morales

75

## GÉNESIS, MORFOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

### ACTUALIZACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS DEL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO

Gabriel Alejandro Hernández-Vallecillo, Sandra Monserrat Barragán-Maravilla,  
Gustavo Martín-Morales, Dante López-Carmona y Francisco Bautista-Zúñiga

77

### AVANCES DE PEDOLOGÍA EN EL TRÓPICO HÚMEDO: CASO LOS SUELOS DE TABASCO

David Jesús Palma-López y Joel Zavala Cruz

78

**CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS RIBEREÑOS  
DEL PARQUE NACIONAL IZTACCÍHUATL-POPOCATÉPETL**

Juan Carlos Sandoval-Aparicio, Ma. del Carmen Gutiérrez-Castorena, Carlos Alberto Ortiz-Solorio y Gerardo Cruz-Flores

**79**

**CARTOGRAFÍA DE SUELOS Y TIERRAS EN MÉXICO**

Carlos Alberto Ortiz Solorio y Ma. del Carmen Gutiérrez Castorena

**80**

**CLASES DE TIERRAS EN LAS QUE SE CULTIVA MAGUEY MEZCALERO  
EN SOLEDAD SALINAS, OAXACA**

Verónica Mariles-Flores, Carlos Ortiz Solorio, María del Carmen Gutiérrez Castorena,  
Patricio Sánchez-Guzmán y Miguel Ángel García-Cano

**81**

**CLASIFICACIÓN DE 12 PERFILES EN SUELOS  
DE CONSERVACIÓN (SC) DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

Gloria Alfaro Sánchez

**82**

**CRONOSECUENCIA DE TECHNOÑOLES  
EN LA MINA DE PEÑA COLORADA, COLIMA MÉXICO**

Jaime Díaz-Ortega, Francisco Romero, Sergey Sedov y Gerardo Martínez-Jardines

**83**

**DIAGNÓSTICO DE PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE SUELO CON BASE EN EL LEVANTAMIENTO MORFOPEDEOLÓGICO: EL CASO DE LA CUENCA DEL RÍO PIRICUA, MICHOACÁN.**

Christina Siebe y Lorenzo Vázquez Selem

**84**

**EFFECTO DE INCENDIOS DE ALTA Y BAJA INTENSIDAD SOBRE LAS PROPIEDADES EDÁFICAS, LO LARGO DE UNA CATENA DEL MONTE TLÁLOC, EDO. DE MÉXICO**

Sandra Mariana Marín García, Ma. del Carmen Gutiérrez Castorena, Carlos Alberto Ortiz Solorio y Efraín Reyes Ángeles Cervantes

**85**

**EL ENFOQUE GEOMORFOEDAFOLÓGICO COMO BASE PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DIGITALES DE SUELOS**

Patricia Fragoso-Servón, Alerto Pereira Corona y Francisco Bautista Zúñiga

**86**

**ESTUDIO DE DIAGNÓSTICO, PROSPECTIVA Y FORMULACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN SAN ANTONIO, JAUMAVE, TAMAULIPAS, MÉXICO**

Rodolfo G. De la Vega, Elizabeth Del Carmen Andrade Limas,  
Patricio Rivera Ortiz, Bárbara A. Macías Hernández y Andrés F. Solano

**87**

**ESTUDIO ETNOEDAFOLÓGICO DEL EJIDO DE TIERRA COLORADA, GUERRERO**

Ricardo González Zavaleta, Carlos A. Ortiz Solorio, Ma. Del Carmen Gutiérrez Castorena,  
Atenógenes Licon Vargas y Patricio Sánchez Guzmán

**88**

<b>EVOLUCIÓN DEL PAISAJE KÁRSTICO EN QUINTANA ROO, REGISTRADO EN SUELOS, EDAFOSEDIMENTOS Y CALICHES</b> <i>Elizabeth Solleiro-Rebolledo, Daisy Valera-Fernández, Sergey Sedov y Rafael López-Martínez</i>	<b>89</b>
<b>HACIA LA OBTENCIÓN DE FORMAS DEL TERRENO APLICADA A SUELOS</b> <i>Wuendy Berenice Cantarell Jiménez, Jesús Noel Herrera Pedroza, Gilberto Xix Aké y Blanca Esthela Delgado Aguiñaga</i>	<b>90</b>
<b>INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA DIFERENCIACIÓN DE HORIZONTES DE SUELOS FORMADOS EN CENIZAS VOLCÁNICAS JÓVENES</b> <i>Alma Bella López-López, Lorenzo Vázquez-Selem, Christina Siebe-Grabach y Gerardo Cruz-Flores</i>	<b>91</b>
<b>INFORMACIÓN EDAFOLÓGICA. SERIE III</b> <i>Adrián Rodríguez Ramírez y Guadalupe Durón Ruiz Esparza</i>	<b>92</b>
<b>LA CLASIFICACIÓN LOCAL DE TIERRAS Y LOS AGAVES PULQUEROS EN TEPETLAOXTOC, MÉXICO</b> <i>Miriam Galán Reséndiz, Carlos Ortiz Solorio, Rosa María García Núñez y Rogelio Álvarez Hernández</i>	<b>93</b>

## LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS SUELOS

Francisco Bautista

94

## PEDOLOGÍA, FUNCIONES AMBIENTALES, SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SEGURIDAD EDÁFICA

Francisco Bautista, Ángeles Gallegos y Anahí Aguilera

95

## PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO Y LA EROSIÓN HÍDRICA EN SAN ANTONIO, JAUMAVE, TAMAULIPAS, MÉXICO

Andrés F. Solano, Elizabeth Del Carmen Andrade Limas, Patricio Rivera Ortiz,  
Bárbara A. Macías Hernández y Rodolfo G. De la Vega

96

## PROCESOS PEDOGENÉTICOS EN SUELOS CREADOS A PARTIR DE RELLENOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNAM

Lucy Mora P, Yanileyse Fernández, Blanca Prado, José Manuel Bautista y Silke Cram

97

## POTENCIAL DE LA MICROCARTOGRAFÍA DE LOS COMPONENTES DEL SUELO

Edgar Vladimir Gutiérrez Castorena y Ma. del Carmen Gutiérrez Castorena

98



## QUÍMICA DE SUELOS

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE SUELOS CULTIVADOS CON PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq) EN TENOSIQUE, TABASCO

Nicolás González Cortés, Román Jiménez Vera, Ana Laura Luna Jiménez, Arely Bautista Gálvez, Wilmer L. Velásquez Vargas y Rafael Guillermo Moreno

100

### CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS Y BIOLÓGICAS EN SUELOS DE LA ISLA DE COZUMEL, QUINTANA ROO, MÉXICO.

O. Beltrán-Paz, E. Solleiro-Rebolledo, B. Chávez-Vergara, J. Díaz-Ortega, S. Griset y D. Valera

101

### CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS RIBEREÑOS MEDIANTE MÉTODOS MULTIVARIADOS EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA "LOS VOLCANES"

Eloísa Guerra-Hernández y Gerardo Cruz-Flores

102

### DIAGNÓSTICO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS DEL DISTRITO DE RIEGO 043, NAYARIT

Álvaro Can-Chulim, Elia Cruz-Crespo, José Irán Bojórquez-Serrano, Héctor Manuel Ortega-Escobar, Enrique Javier-Brito y Iván Guadalupe Chan-Sánchez

103

**DINÁMICA DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN DOS SITIOS DE BOSQUE  
(CONSERVADO Y PERTURBADO) DEL CERRO DE HUIXTECO, TAXCO, GUERRERO**

Méndez Velázquez Ruth y García-Sánchez Rosalva

**104**

**EFFECTO DEL CAMBIO USO DE SUELO EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE UN ANDOSOL**

Silvia Janeth Bejar Pulido, Israel Cantú Silva, Humberto González Rodríguez y María Inés Yáñez Díaz

**105**

**EFFECTO CONJUNTO DE LA ECTO Y ENDO MICORRIZA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS  
DEL SUELO EN UN BOSQUE TEMPLADO DE PINO-ENCINO**

Rosalva García-Sánchez

**106**

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTEO,  
RESIDUOS VERDES DE CIUDAD UNIVERSITARIA, UNAM**

Amada Laura Reyes Ortigoza, Argelia Landa Barceinas, Lucy Mora Palomino y Blanca Prado Pano

**107**

**FERTILIDAD Y PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR  
EN HUEYAPAN DE OCAMPO, VERACRUZ, MEXICO**

Alejandro Retureta Aponte, Ana Luisa Salazar Gómez,  
Ángel Héctor Hernández Romero y Elizabeth Hernández Acosta

**108**

**MÉTODO RÁPIDO PARA MEDIR CIC Y BI EN SUELOS ÁCIDOS Y NEUTROS**

Arturo Aguirre Gómez y Laura Virginia Nuñez Balderas

**109**

**POTENCIAL DE ESTABILIZACIÓN DEL CARBONO  
EN SUELOS DE UN BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA, QUERÉTARO, MÉXICO**

D. Morales de Santiago<sup>1</sup>, A. M. Bustamante Martínez<sup>1</sup>, E. Fuentes-Romero<sup>1</sup> y N. E. García-Calderón

**110**

**PRESENCIA DE METALES EN DOS COMPOSTAS  
DE RESIDUO DE LA INDUSTRIA DEL TEQUILA**

Isaías Pedroza Rangel, Patricia Zarazúa Villaseñor, Diego R. González Eguarte  
y Eduardo Salcedo Pérez

**111**

**SELECCIÓN *IN VITRO* DE PLÁNTULAS TOLERANTES  
DE CHILE JALAPEÑO BAJO ESTRÉS SALINO**

Andrés Adrián Urias-Salazar, Rafael Delgado-Martínez, Héctor Rodríguez-Moran,  
Yeny Lizzet Couoh-Uicab, José Hugo Tomas Silva-Espinosa y Wilberth Alfredo Poot-Poot

**112**



## BIOLOGÍA DEL SUELO

ABUNDANCIA DE BACTERIAS DE LOS GÉNEROS *Azotobacter* y *Azospirillum*  
EN UNA EDAFO-SECUENCIA SOBRE ECOSISTEMAS RIBEREÑOS  
DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LOS VOLCANES

G.O. Hernández Salgado, G. Cruz Flores y D. A. Pérez González

114

APLICACIÓN DE RIZOBACTERIAS PROMOTORAS  
DE CRECIMIENTO VEGETAL EN DIFERENTES CULTIVOS

M. G. Carcaño-Montiel, L. López-Reyes, A. Tapia-Hernández y E. Portillo-Manzano

115

BACTERIAS SOLUBILIZADORAS  
DE FOSFATOS AISLADAS DE RIZÓSFERA DE MAÍZ

David Antonio Moreno-Medina, Antonio Castillo-Gutiérrez y María Eugenia Nuñez-Valdez

116

**BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZANTES QUÍMICOS SOBRE  
EL DESARROLLO FISIOLÓGICO DE UN CULTIVO DE MAÍZ EN CAMPECHE**

Alfonso Árciga-Suárez, Karen Dose-Maldonado, Cynthia López-Delgado y Milton C. Soto-Barajas

**117**

**CAMBIOS EN LA ABUNDANCIA DE HONGOS MICORRÍZICOS  
ARBUSCULARES PRESENTES EN SUELOS AGRÍCOLAS DE TLAXCALA**

David Montiel Salero y Eva Segundo-Pedraza

**118**

**CAMBIOS EN LA ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD MICROBIANA ASOCIADA  
AL CAMBIO DE USO DE LA SUELO EN UN BOSQUE TROPICAL MEXICANO**

Dulce Flores-Rentería, I. Sánchez-Gallén, D. Morales-Rojas, J. Larsen y J. Alvarez-Sánchez

**119**

**CONSECUENCIAS DE LA AGRICULTURA CONVENCIONAL  
SOBRE POBLACIONES DE MICROORGANISMOS EDÁFICOS EN EL ESTADO DE TLAXCALA**

David Montiel Salero y Eva Segundo-Pedraza

**120**

**CONSORCIOS BACTERIANOS PARA LA BIORREMEDIACIÓN  
DE SUELOS AGRÍCOLAS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS**

Amparo Mauricio-Gutiérrez, Rosalba Guevara-Avendaño, Teresita Jiménez-Salgado y Armando Tapia Hernández

**121**

**CONTROL BIOLÓGICO DE HONGOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS  
A *Pinus pseudostrobus* PROVENIENTES DEL MUNICIPIO DE OCOTEPEC, PUEBLA**

S. López-Santiago, M. Carcaño-Montiel, L. López-Reyes y L. Gómez-Velázquez

**122**

**CRECIMIENTO BACTERIANO EN SUELO AGRÍCOLA TRATADO CON BIOSÓLIDOS DE LAS PLANTAS  
DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA**

Nayeli Contreras Contreras , Juan Pedro Flores Margez, Pedro Osuna Avila y Baltazar Corral Diaz

**123**

**CUANTIFICACIÓN DE INFECCIÓN MICORRÍZICA ARBUSCULAR COMERCIAL  
EN CINCO CULTIVOS HORTÍCOLAS CRECIDOS EN CONDICIONES DE INVERNADERO**

M. G. Romo-Esparza , S. Youping, G. Niu, J. P. Flores-Margez, B. Corral-Díaz y P. Osuna-Ávila

**124**

**DEGRADACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE PLUMAS DE AVE  
CON AYUDA DE BACTERIAS QUERATINOLÍTICAS**

L. E. Hernández-Guzmán, M. G. Carcaño-Montiel, L. López-Reyes y E. Portillo-Manzano

**125**

**DIVERSIDAD DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASOCIADOS  
A MAÍZ EN SUELOS ÁCIDOS EN MICHOACÁN, MÉXICO**

Huerta Ramírez Alejandro, Enríquez Vara Jhony Navat, Rincón Enríquez Gabriel, Quiñones Aguilar Evangelina Esmeralda,  
Guizar González Cecilia, Lobit Philippe, Gómez Dorantes Nuria y López Pérez Luis

**126**

**EFFECTO POST INCENDIO EN LA ACTIVIDAD Y DIVERSIDAD METABÓLICA MICROBIANA  
DE UN ANDOSOL EN BOSQUE DE ENCINO**

S. Cazares-Esquivel, J. J. Almaraz-Suárez, R. Ferrera-Cerrato, M. C. Gutierrez-Castorena y R. I. Arteaga-Garibay

**127**

**EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y COMUNIDADES MICROBIANAS  
DEL SUELO EN ECOSISTEMAS DEL MONTE TLÁLOC, SIERRA NEVADA**

J. J. Almaraz Suárez, D. Y. Pineda-Mendoza, V. F. Quiroz-Sarmiento y R. I. Arteaga-Garibay

**128**

**IMPACTO DE LA AGRICULTURA SOBRE LA COMUNIDAD  
DE NEMÁTODOS DEL SUELO EN UNA ZONA SEMIÁRIDA DE MÉXICO**

Abbid Hernández-Chimal y Víctor Manuel Rivera Aguilar

**129**

**IMPACTO DEL USO DE MULCH EN LA CALIDAD DE LOS SUELOS URBANOS  
COMO SOSTÉN DE LA VEGETACIÓN: UN CASO DE ESTUDIO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

Alvarez-Islas Vivian, Cram-Heydrich Silke, Chacalo-Hilú Alicia, Prado-Pano Blanca y Barois-Boullard Isabelle

**130**

**LAS RIZOBACTERIAS INVOLUCRADAS EN LA SALUD DE LAS PLANTAS**

Lucía López Reyes, Moisés Graciano Carcaño Montiel, Amparo Mauricio Gutiérrez y Leticia Gómez Velázquez

**131**

## MICORRIZAS Y NUTRICIÓN MINERAL EN SUELOS CON PROBLEMAS DE SODICIDAD

C. Loredo-Osti, H. Méndez-Cortés, J. Lara-Mireles, L. González-Sánchez, H. M. Ramírez-Tobías y I. J. González-Acuña

132

## MODIFICACIÓN DE LA MICROBIOTA EDÁFICA POR EL EFECTO FITOTÓXICO DE ATRAZINA Y DE DOS BIOHERBICIDAS

Augusto Esaú López-Vadillo, Milton C. Soto-Barajas, María José Victoria Mora, Blanca Prado Pano y Norma Laura Rodríguez-Ávila

133

## NEMATODOS FILIFORMES PRESENTES EN SUELO AGRÍCOLA BAJO PRÁCTICAS SUSTENTABLES, ESPAÑITA, TLAXCALA

David Montiel Salero y Eva Segundo-Pedraza

134

## OBTENCIÓN DE COMPOSTA DE BIOSÓLIDOS PARA LA AGRICULTURA

J. V. Tamaríz Fores, A. Niño Lozano, R. Castelán Vega, V. Maldonado y D. Navarrete

135

## PERFIL METABOLÓMICO DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON LA MICROBIOLOGÍA DEL SUELO

Oscar Fernandez-Fernandez, José Juan Ordaz-Ortiz y David Gómez-Zepeda

136



PROPIEDADES DEL SUELO Y MESOFAUNA EDÁFICA EN REFORESTACIONES  
Y UN ÁREA CON VEGETACIÓN NATIVA EN LA CUENCA DEL RÍO CHAPINGO

Y. Juárez-Santos, E. Ojeda-Trejo, I. Díaz-Aguilar y D. S. Fernández Reynoso

137

RESPUESTA FÚNGICA EN LA DESCOMPOSICIÓN DE BIOSÓLIDOS  
EN SUELO AGRÍCOLA DEL NORTE DE CHIHUAHUA

Laura Vianney Castillo Vazquez , Juan Pedro Flores Margez, Pedro Osuna Avila y Baltazar Corral Diaz

138

## NUTRICIÓN VEGETAL

AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES  
DE FÓSFORO A PARTIR DE SUELO AGRÍCOLA

Erika López-Sánchez, Eduardo González-Flores, Odilón Vázquez-Cuchillo y Ricardo Morales Juárez

140

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE SUSTRATOS  
ENRIQUECIDOS CON COMPOSTA Y MINERALES

Víctor Manuel Montoya Jasso, Víctor Manuel Ordaz Chaparro,  
Alejandrina Ruiz Bello, Gerardo Sergio Benedicto Valdés y Jesús Manuel Arreola Tostado

141

EFFECTO DE BIOENACE 360 SOBRE EL CRECIMIENTO  
Y EL RENDIMIENTO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) BAJO TEMPORAL

Samuel Sánchez Domínguez y Raúl Ayanegui Méndez

142

EL BALANCE POTASIO:CALCIO ÓPTIMO ES INDEPENDIENTE DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA  
EN TOMATE DE INVERNADERO EN SISTEMAS DE CULTIVO SIN SUELO

Luis A. Valdez-Aguilar, Emilio Rascón-Alvarado, Fidel Maximiliano Peña-Ramos y José Antonio González-Fuentes

143

EL BALANCE Y CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO AFECTAN EL CRECIMIENTO  
Y ESTATUS NUTRIMENTAL EN LISIANTHUS CULTIVADOS EN SISTEMAS SIN SUELO

Daniela Alvarado-Camarillo, Ana María Castillo-González, Emilio Rascón-Alvarado,

Fidel Maximiliano Peña-Ramos y José Antonio González-Fuentes

144

ESTATUS NUTRIMENTAL EN ÁRBOLES DE AGUACATE 'HASS'  
CON DIFERENTE MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN

R. García-Martínez, J. I. Cortés-Flores, A. López-Jiménez, J. D. Etchevers y J. A. Carrillo-Salazar

145

EVALUACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS DE LEONARDITA, TÉ DE COMPOSTA Y LIXIVIADO  
DE VERMICOMPOSTA EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA DE *Moringa oleifera* (Lam.)

Flavio Enrique Castillo Torres, Emilio Olivares Sáenz, Fernando de Jesús Carballo Méndez y Rigoberto E. Vázquez Alvarado

146

**EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DIAGNÓSTICO DEL ESTATUS DE NITRÓGENO EN MAÍZ**

E. E. Roacho, J. D. Etchevers y J. Z. Castellanos

**147**

**FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y BIOFERTILIZACIÓN  
DE LA JAMAICA (*Hibiscus sabdarifa* L.)**

Samuel Sánchez Domínguez y Ricardo González Sánchez

**148**

**FITOTOXICIDAD DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS LÍQUIDOS  
EN LA GERMINACIÓN DE ALHELÍ, ACELGA Y LECHUGA**

Javier Cruz-Hernández y Patricia Acevedo-Alcalá

**149**

**FUNCIONES DEL MOLIBDENO EN EL METABOLISMO VEGETAL**

Ranferi Maldonado Torres

**150**

**IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS DE NITRÓGENO, HIERRO Y MANGANESO  
EN FRIJOL CON REDES NEURONALES Y ÁRBOLES DE PREDICCIÓN**

Edgar García Cruz, Manuel Sandoval Villa, Paulino Pérez Rodríguez,  
J. Alfredo Carrillo Salazar, Jorge D. Etchevers Barra y Antonia Macedo Cruz

**151**

MORFOLOGÍA Y CONTENIDO NUTRIMENTAL DE GENOTIPOS  
DE FRIJOL DE ORIGEN ANDINO Y MESOAMERICANO

J. Padilla-Cuevas, G. A. Merino, H. Yee-Madeira, D. R. Santillán B.1 y J. D. Etchevers

152

NORMAS NUTRIMENTALES PARA *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller VARIEDAD 'ROJO PELÓN'

Evelyn Hernández-Vidal, Ricardo David Valdez-Cepeda, Fidel Blanco-Macías,  
Anselmo González-Torres y Francisco G. Véliz-Deras

153

NUTRICIÓN DE LA PRODUCCIÓN FORZADA  
EN LIMA 'PERSA' EN NAUTLA, VERACRUZ, MÉXICO

Denisse Colorado-Miron, Dr. Edgar Contreras-Morales y Dr. Gustavo Almaguer-Vargas

154

PRODUCCIÓN DE BIOMASA TOTAL, RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN  
DE LA SEMILLA DE *Jatropha curcas* L. CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN

Ángel De Jesús Jiménez-Méndez, Armando Guerrero-Peña, Eustolia García-López y Eugenio Carrillo-Ávila

155

PRODUCCIÓN DE FRESA (*Fragaria x annanasa* Duch.) UTILIZANDO POTENCIALIZADORES  
ORGÁNICOS Y MINERALES EN CONDICIONES PROTEGIDAS

Beatriz Blancas-Espejel, Víctor Manuel Ordaz-Chaparro, María de las Nieves Rodríguez-Mendoza y David Jaén-Contreras

156

**PROPORCIONES DE NITRATO Y POTASIO EN SOLUCIÓN NUTRITIVA  
EN PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) HIDROPÓNICA**

Rodolfo De la Rosa-Rodríguez, Libia Iris Trejo-Téllez, Alfredo Lara-Herrera,  
Luis Octavio Solis-Sánchez y José Manuel Ortiz-Rodríguez

**157**

**RELACIÓN DE LA NUTRICIÓN MINERAL  
CON LAS ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS**

Ibar Felipe Tlatilpa Santamaría

**158**

**RESPUESTA AL RÉGIMEN NUTRIMENTAL  
Y PODAS DE FORMACIÓN EN FRUTO DE CHILE HABANERO BAJO INVERNADERO**

Jonathan Rafael Cruz-Ramos, José Luis Escobar-Álvarez, Felipe Alejandro García-López,  
José Luis Valenzuela-Lagarda, Octavio Pérez-Zamora y Salvador Guzmán González

**159**

**RESPUESTA DE MAÍZ A FUENTES Y DOSIS DE ZINC EN MÉXICO**

Cesar Venegas, Oscar G. Perez, Kenneth Hylton, Kiran Mann y Kyle Freeman

**160**

**RESPUESTA DE MAÍZ DE ALTA PRODUCCIÓN  
A DOSIS CRECIENTES DE FÓSFORO EN MÉXICO**

Cesar Venegas, Oscar G. Perez, Kenneth Hylton, Kiran Mann y Kyle Freeman

**161**

SILICIO INCREMENTA UNIDADES SPAD DE *Ficus carica* L. REGADAS CON SOLUCIÓN SALINA

Fernando de Jesús Carballo-Méndez, Carlos Alberto Garza-Alonso, Emilio Olivares-Sáenz y Francisco Zavala-García

162

SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIÓN EN EL CULTIVO DE MAÍZ

Fernando Ramos Gourcy, Alberto Margarito García Munguía, Otilio Vázquez Martínez,  
Amalio Ponce Montoya y Jesús Martín Fuantos Mendoza

163

USO DE MEJORADORES QUÍMICOS Y ORGÁNICOS EN SUELOS SALINO-SÓDICOS  
EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.).

J. J. Martínez-Hernández, V. A. Martínez-Sías, L. Zuñiga-Estrada y M. Torres-Aquino

164

RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA ◀

ALMACENES DE CARBONO, BIOTA EDÁFICA Y VEGETACIÓN RIPARIA DE ECOSISTEMAS RIBEREÑOS  
EN UN GRADIENTE BIOCLIMÁTICO DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LOS VOLCANES

Gerardo Cruz-Flores y Eloisa A. Guerra Hernández

166

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO Y SU POSIBLE RELACIÓN  
CON LOS VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS DEL PREDIO "LAS URRACAS"  
VALLE DE EL GRULLO-AUTLÁN, JALISCO. ALGUNOS AVANCES

José de Jesús Sandoval-Legazpi y Araceli de Jesús Arellano-Panduro

167

**CAPTURA DE CARBONO INORGÁNICO EN SUELOS KÁRSTICOS  
DE SOLARES Y SELVAS DE YUCATÁN, MÉXICO**

Oscar Álvarez-Rivera, Héctor Estrada-Medina, Juan José Jiménez-Osornio, I. Aileen O'Connor-Sánchez,  
Jorge A. Navarro-Alberto, Miriam Ferrer y Blondy Canto-Canché

**168**

**CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS  
DEL GIRASOL CON APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE**

Ana Karen Granados-Mayorga, Gustavo Mercado-Mancera, Augusto Maximiliano Arana-Moreno,  
Eduardo Vázquez-López y Jesús Navejas-Jiménez

**169**

**COMPARACIÓN DE SUSTRATOS  
PARA LA PRODUCCIÓN DE CHÍCHARO, (*Pisum sativum*)**

Tania Hernández Peñaloza, Gustavo Álvarez Arteaga y Nadia Hernández Peñaloza

**170**

**COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN Y LA HUMEDAD DEL SUELO  
EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL PICO DE ORIZABA, VERACRUZ**

J. L. Chaparro Carrillo, B. E. Marín-Castros y C. Siebe

**171**

**COSTRAS BIOLÓGICAS Y FLUJOS DE C EN SUELOS ÁRIDOS DEL SURESTE DE COAHUILA**

Fernando Ayala-Niño y Dulce Flores Rentería

**172**

**DETERMINACIÓN DE ZONAS AGROECOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN  
DE ARÁNDANO EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES**

Sofía Gutiérrez Durón, Dr. Alberto Margarito García Munguía,  
Dr. Fernando Ramos Gourcy y Dr. Joaquín Sosa Ramírez

**173**

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ALMACENES DE CARBONO  
EN LOS SUELOS DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA**

Gustavo Alejandro Díaz Osorio, Gustavo Álvarez Arteaga, Abel Ibáñez Huerta y María Estela Orozco Hernández

**174**

**EFFECTO DE LA INOCULACIÓN DE BACTERIAS NATIVAS  
EN LA TOLERANCIA DE MAÍZ AL ESTRÉS HÍDRICO**

Méndez-Matías y A. Robles, C.

**175**

**EFFECTO DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS SOBRE POBLACIONES MICROBIANAS  
DE SUELO Y FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Jessica Denisse Valle-García y Luc Dendooven

**176**

**EFFECTO DEL MANEJO FORESTAL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS  
DE UN UMBRISOL EN DURANGO, MÉXICO**

E. O. Luna Robles, I. Cantú Silva, M.I. Yáñez Díaz y H. González Rodríguez

**177**



EFICIENCIA EN EL USO DE NITRÓGENO Y CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

V. Saynes, I. Ortiz-Monasterio, K. Peralta y J. Etchevers

178

EL RENDIMIENTO EN *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller DEPENDE DE LAS PRECIPITACIONES DE LOS AÑOS ACTUAL Y ANTERIOR

Ricardo David Valdez-Cepeda, Miguel Márquez-Madrid, Bernardo Murillo-Amador y Fidel Blanco-Macías

179

EMISIONES DE GEI Y PÉRDIDA DE NITRÓGENO REACTIVO EN CULTIVOS DE CAFÉ ORGÁNICO Y CONVENCIONAL

Peralta Zuñiga Kathia y Saynes Santillán Vinisa

180

ESPECIES MICORRÍICAS PRESENTES EN PARCELAS DE MAÍZ DE REGIONES CON INCIDENCIA DE SEQUÍA EN OAXACA

Méndez-Matías y A. Robles, C.

181

ESTIMACIÓN DE INFILTRACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN UNA ZONA CON VEGETACIÓN ÁRIDA DE AGUASCALIENTES, MÉXICO

Floriano González, Xóchitl A., González-Cervantes, Norma y Beraud-Macías, Vianney

182

## GANADERÍA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE

Manuel Agustín Reed Segovia

183

## IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS SEQUÍAS EN LOS RECURSOS HÍDRICOS Y LA AGRICULTURA EN LAS ZONAS ÁRIDAS DEL NOROESTE DE MÉXICO

Enrique Troyo-Diéquez, Gustavo Mercado-Mancera, Alejandra Nieto-Garibay, Gregorio Lucero-Vega, F. Alfredo Beltrán-Morales, Francisco H. Ruiz-Espinoza y Bernardo Murillo-Amador

184

## ÍNDICE DE VEGETACIÓN (NDVI) Y SU RELACIÓN CON PROPIEDADES DEL SUELO Y MG Y N FOLIAR EN EL PARQUE NACIONAL IZTA-POPO

Juan Manuel Valderrábano-Gómez, Gerardo Cruz-Flores y José Donaciano Miguel-Jiménez

185

## INFLUENCIA DE *Prosopis juliflora* (SW.) DC. (*Fabaceae*) EN EL DESARROLLO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN LAS DUNAS COSTERAS EN JALISCO

José Guillermo Vargas Lomelín, Miguel Ángel Macías Rodríguez, Patricia Zarazúa Villaseñor, Fabián Alejandro Rodríguez Zaragoza y Cecilia Neri Luna

186

## LA POLÉMICA DE LOS MICROORGANISMOS ASOCIADOS AL CONSUMO DE VERDURAS FRESCAS EXPORTADAS DE MÉXICO A USA

Pedro Osuna Ávila, Juan Pedro Flores Margez y Baltazar Corral Diaz

187

**LAS BIOCOSTRAS AFECTAN LA BIOGEOQUÍMICA DEL SUELO  
DE UN ECOSISTEMA SEMIÁRIDO MEXICANO: UNA SÍNTESIS**

Noé Manuel Montaña Arias, Sara Lucía Camargo-Ricalde, Susana A. Montaña-Arias,  
Eduardo Chimal Sánchez y Rosalva García-Sánchez

**188**

**LEPTOSOL, SUELO PREFERIDO DE CUATRO ESPECIES DEL GÉNERO *Mammillaria***

Gámez Barajas Carmina, Ríos Gómez Ramiro y Espinosa Hernández Vicente

**189**

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR ÁREAS PRIORITARIAS  
DE RECUPERACIÓN DEL SUELO POST-INCENDIO, CERRO ATACAZO-ECUADOR**

Karen Mishell Naula-García y Daniela Vanessa Díaz Macas

**190**

**RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN LA PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI**

Luz María Isabel Miguel Cruz, Juan José Almaraz Suárez, Ernesto Gabriel Alcántar González y Rosalba Esquivel Cote

**191**

**ZONIFICACIÓN, DIVERSIFICACIÓN Y PREDICCIÓN  
DEL RENDIMIENTO POTENCIAL EN 20 CULTIVOS PARA EL ESTADO DE NUEVO LEÓN**

Gustavo Andrés Ramírez Gómez y Edgar Vladimir Gutiérrez Castorena

**192**

## USO Y MANEJO DEL AGUA

### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DEL SUELO EN LA NANOCUENCA UNSIJ

Rosalba F. Cruz Bautista, Ricardo Clark Tapia, Cecilia Alfonso Corrado,  
Víctor Aguirre Hidalgo y María Magdalena Mendoza Díaz

194

### CALIDAD DEL AGUA PARA LA AGRICULTURA DEL RÍO SAN PEDRO EN NAYARIT

Martínez-Rodríguez Oscar Germán, Can-Chulim Álvaro, Ortega-Escobar Héctor Manuel,  
Cruz-Crespo Elia, Bojórquez-Serrano José Irán, García-Paredes Juan Diego y Madueño-Molina Alberto

195

### COMPARACIÓN DE LA FRECUENCIA DE RIEGO MEDIANTE USO DE TENSIÓMETRO EN DOS SISTEMAS DE RIEGO

Ariel Méndez Cifuentes, Luis Alonso Valdez Aguilar, Martin Cadena Zapata y José Antonio González Fuentes

196

### CULTIVO DE TOMATE CON BAJO VOLUMEN DE RIEGO EN SUSTRATO DE SUELO Y ESTIÉRCOL CAPRINO

Luis Eduardo Tamayo Ruiz, Patricio Rivera Ortiz, Efraín Neri Ramírez,  
Benigno Estrada Drouaillet y Elizabeth del Carmen Andrade Limas

197

DINÁMICA DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN DOS VARIEDADES  
DE AMARANTO (*Amaranthus spp.*) BAJO FERTIGACIÓN EN EL ALTIPLANO POTOSINO

Monroy-Pedroza Diego, Martínez-Hernández José de Jesús, Torres-Aquino Margarita y Trinidad-Santos Antonio

198

REMOCIÓN DE ARSÉNICO (As) DEL AGUA DE RECHAZO DE ÓSMOSIS INVERSA  
MEDIANTE UN HUMEDAL CONSTRUIDO CON *Eleocharis macrostachya*

Jesús Manuel Ochoa-Rivero, Mario Alberto Olmos Márquez, Cecilia Guadalupe Sáenz Uribe y Héctor Ramírez Garduño

199



## Aprovechamiento del recurso suelo

### CONSERVACIÓN DEL SUELO

#### APLICACIÓN DE FERMENTACIÓN LÍQUIDA PARA LA RECUPERACIÓN DE ARENAS DE FUNDICIÓN

Ángel Leal-Rodríguez, Angélica Ruiz-Font, Efraín Rubio-Rosas, Fabiola Merlo-Ruiz, Omar Flores Sanchez y Odilón Vázquez-Cuchillo

201

#### ARBUSTIVAS Y HERBÁCEAS EN PROCESOS DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA EN UN CLIMA SEMISECO

David Cristóbal Acevedo-Martínez, Irma Díaz-Aguilar, Jesús Eduardo Cahuich-Damián, Julio Cesar Buendía-Espinoza y Pedro Arturo Martínez-Hernández

202

#### CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE RAÍCES DE 5 ESPECIES NATIVAS DEL NORESTE DE MÉXICO PARA PROTECCIÓN DE LADERAS

Brenda Liliana Fernández Villarreal, Israel Cantú Silva, Humberto González-Rodríguez y Rebeca Guadalupe Zavala-González

203

#### COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS EDAFOLÓGICAS ANTES Y DESPUÉS DEL ELECTROCULTIVO DE *Cucumis sativus*

César Morales, Saray O. Cruz, Javier Ángeles, Sara Solís y Erika Bustos

204

CONSERVACIÓN DEL SUELO  
EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA SIERRA FRÍA. AGUASCALIENTES AGS., MÉXICO  
Irma Georgina Sánchez Macías, Joaquín Sosa Ramírez, Vianney Beraud Macias y Antonio de Jesús Meraz Jiménez **205**

DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE A PARTIR  
DE CONCRETO RECICLABLE UNA ALTERNATIVA DE ALTA SUSTENTABILIDAD  
Valeria Momox Thomé, Luis Ricardo Morales Juárez, Eduardo González Flores,  
Ivan Alejandro Espinoza, Oscar Gonzales Moreno y Odilón Vázquez-Cuch **206**

DISEÑO HIDROLÓGICO CON LÍNEAS CLAVE EN PARCELAS AGRÍCOLAS  
Amador-Sierra, J., Pérez-López, M.E. y Ponce-Rodríguez, M.C. **207**

EFFECTIVIDAD DE BARRERAS DE PIEDRA PARA RETENCIÓN  
DE SUELO EN UN ÁREA DE RESTAURACIÓN FORESTAL  
Gabriel Sosa-Pérez, David Efraín Hermosillo-Rojas y Héctor Ramírez-Garduño **208**

EFFECTO EN LAS PROPIEDADES HIDROFÍSICAS POR CAMBIO  
DE USO DE SUELO EN UN CHERNOZEM EN EL NORESTE DE MÉXICO  
Rodolfo A. Martínez Soto, María Inés Yáñez Díaz, Israel Cantú Silva,  
Humberto González Rodríguez y José Guadalupe Marmolejo Moncivais **209**

EFFECTOS DEL MANEJO FORESTAL EN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS  
Y QUÍMICAS DEL SUELO EN IXTLÁN DE JUÁREZ, OAXACA, MÉXICO

Viviana Rodríguez Rivera, Ricardo Clark Tapia, Yendi E. Navarro Noya,  
Frédéric Thalasso Siret, Rodolfo Marsch y Luc Dendooven

210

ELECTROESTIMULACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTAS CON METABOLISMO  
FOTOSINTÉTICO C3, C4 Y CAM EN SUELO TIPO *VERTISOL PÉLICO*

Erika Bustos, Gustavo Acosta-Santoyo y Sara Solís Valdéz

211

ELECTROFORESIS DE LAS BACTERIAS GRAM (-) DURANTE EL ELECTROCULTIVO  
DE *Cucumis sativus* USANDO ELECTRODOS MODIFICADOS

Saray O. Cruz , José A. García, Francisco J. Bacame, Yolanda Casados, Juan Manríquez y Erika Bustos

212

ELIMINACIÓN DE CROMO DE SUELOS IMPACTADOS MEDIANTE TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS

Ángel Leal-Rodriguez, Omar Flores Sanchez<sup>1</sup>, Sebastián Miguel Varela López,  
Adolfo Ramírez Perucho, Maureen Abdialeth Meza Hernández y Odilón Vázquez Cuchillo

213

ELIMINACIÓN DEL BANDEADO EN IMÁGENES LANDSAT 7 Y PREDICCIÓN TEMPORAL  
CON REDES NEURONALES PARA SU APROVECHAMIENTO EN DETECCIÓN  
DE CAMBIOS DE USO DE SUELO

M.C. Alejandro Ruiz Olivares y Dr. Enrique Ojeda Trejo

214



EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA FÚNGICA ANTES Y DESPUÉS DEL ELECTROCULTIVO  
DE *Cucumis sativus* EMPLEANDO ELECTRODOS MODIFICADOS

Javier Ángeles, José A. García, Francisco J. Bacame, Yolanda Reyes, Juan Manríquez y Erika Bustos

215

EVALUACIÓN DE TIERRAS PARA LA APTITUD DEL CULTIVO DEL CAFÉ EN LA MIXTECA ALTA, OAXACA

Dante López-Carmona, Gustavo Martín-Morales, Monserrat Barragán-Maravillaa,  
Gabriel Hernández-Vallecilloa, Carmen Delgado, Aristeo Pachecob y Francisco Bautista

216

GENERACIÓN DE TECNOSOLES PARA ÁREAS VERDES URBANAS  
UTILIZANDO RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Thalita F. Abbruzzini, Lucy Mora, Sebastián Flores de Santiago y Blanca Prado

217

IMPLEMENTACIÓN DE UNA UNIDAD EXPERIMENTAL DE PRODUCCIÓN  
DE ABONOS ORGÁNICOS DENTRO DE UNA INSTITUCIÓN ACADÉMICA

Mari Carmen García-Ceferino y Aldo Erick Magallon-Velásquez

218

INFLUENCIA DEL MATORRAL DE ENCINO (*Quercus microphylla* Neé)  
EN LA CONSERVACIÓN DEL SUELO AFECTADO POR FUEGO

Juan Capulin Grande, Juan Carlos Capulin Valencia,  
José Justo Mateo Sánchez, Alfonso Suárez Islas y Marco Antonio Sandoval Estrada

219

**INFLUENCIA DEL PASTOREO DE GANADO OVINO  
EN LA RESPIRACIÓN DEL SUELO DE SISTEMAS AGROFORESTALES**

López-Teloxa Leticia C., Monterroso-Rivas Alejandro I. y Gómez-Díaz Jesús D.

**220**

**CARBONO ORGÁNICO DE SUELOS Y PALEOSUELOS  
EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LOS VOLCANES**

Enciso-Jiménez César O., Valderrábano-Gómez Juan M., Cruz-Flores Gerardo y López-López Alma B.

**221**

**REHABILITACIÓN ELECTROKINÉTICA DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS ACOPLADO  
CON UN PROCESO DE OXIDACIÓN AVANZADA PARA RE-USO DEL AGUA DEL TRATAMIENTO**

Erika Bustos, Gustavo Acosta-Santoyo, Maribel Pérez Corona, Jesus Cárdenas Mijangos,

Sara Solís Valdéz, Gilberto Hernández Silva y Zsuzsanna Plank

**222**

**RENDIMIENTO DE MAÍZ EN CUATRO SISTEMAS DE LABRANZA EN EL NORTE DE TAMAULIPAS**

Martín Espinosa Ramírez y Flor Elena Ortiz-Chávez

**223**

**SELECCIÓN E INTERPRETACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD DE SUELO  
PARA UNA MEJOR GESTIÓN DEL RECURSO SUELO EN TEPEACA, PUEBLA.**

Ximena Castillo Valdez, Jorge D. Etchevers Barra, Claudia I. Hidalgo Moreno y Arturo Aguirre Gómez

**224**

USO DE RESTOS DE COL PARA CONTROL DE *Fusarium oxysporum*

Berta Felisa Civieta Bermejo, Alberto Sandoval Rangel, Yaiza de Guadalupe Cuvas Limón

225

## DRENAJE Y RECUPERACIÓN

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TECNOSUELOS A PARTIR  
DE SUSTRATOS MINEROS Y DE ENMIENDAS ORGÁNICAS

Gutierrez-Fernández, G., Muñoz-González, S.y Siebe-Grabach, C.

227

DRENAJE SUBTERRÁNEO Y LA RECUPERACIÓN DE SUELOS SALINOS DEL NORTE DE TAMAULIPAS

Martín Espinosa Ramírez y Flor Elena Ortiz Chairez

228

USO DE BIOSÓLIDOS Y CENIZA VOLANTE COMO INGREDIENTES DE UNA ENMIENDA DE SUELO

Pablo F. Jaramillo-López y Karla Cortés-Tello

229

# ECOLOGÍA DEL SUELO (EL SUELO EN ECOSISTEMAS NATURALES) ◀

## ANÁLISIS DE LA RELACIÓN RELIEVE-SUELO-VEGETACIÓN A TRAVÉS DE TOPOSECUENCIAS EN LA COSTA KÁRSTICA DE QUINTANA ROO

Patricia Fragoso Servón, Alberto Pereira y Benito Prezas

231

## CALIDAD DE SUELO COMO INDICADOR DE SU DEGRADACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ

Miguel Ángel Valera Pérez, María Guadalupe Tenorio Arvide, María del Socorro Fuentes Andrade, Yael Dacil Martínez Herrera,  
Florina Deaquino Ramírez, Gladys Linares Fleites, José Antonio Ticante Roldán y Verónica Edith García Galicia

232

## CALIDAD DEL SUELO Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA 105

Adriana Solis Bravo, María Guadalupe Tenorio Arvide, Miguel Ángel Valera Pérez,  
María Teresa Flores Sotelo, Alejandro Augusto Alonso Calderón y María Teresa Zayas Pérez

233

## CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE UNA SABANA DE YUCATÁN, MÉXICO EN DOS ESTACIONES DEL AÑO

Estrada-Medina Héctor, Ruiz-Aranda Geovanny Rafael, Ortiz-Díaz Juan Javier, López-Díaz Mariana y Álvarez-Rivera Oscar O.

234

## CARBONO ORGÁNICO DE SUELOS Y PALEOSUELOS EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LOS VOLCANES

Enciso-Jiménez César O., Valderrábano-Gómez Juan M., Cruz-Flores Gerardo y López-López Alma B.

235

CLASIFICACION SUPERVISADA DEL USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE HUATUSCO, VERACRUZ

Eva Aurora Bautista-Calderon y Enrique Ojeda Trejo

236

CONTENIDOS DE CARBONO EN SUELOS RIBEREÑOS  
DE MONTAÑA BAJO DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO

Juan Carlos Sandoval-Aparicio, Ma. del Carmen Gutiérrez-Castorena,  
Carlos Alberto Ortiz-Solorio y Gerardo Cruz-Flores

237

ECOLOGÍA DE LA MESOFAUNA EN EL MICELIO EXTRARADICAL  
DE *Pinus greggii* INOCULADO CON HONGOS ECTOMICORRÍZICOS

Díaz-Aguilar, I., Martínez-Reyes, M. y Pérez-Moreno, J.

238

EFFECTO DE LA ASOCIACIÓN MICORRÍZICA EN MAÍZ (*Zea mays*) B73  
SOBRE LAS BACTERIAS QUE COLONIZAN LA RIZÓSFERA

Marco Antonio Meraz Mercado, Octavio Martínez de la Vega y Víctor Olalde Portugal

239

EL PAPEL DE LOS BOSQUES DE ENCINOS EN EL MANTENIMIENTO  
DE LA DIVERSIDAD FUNCIONAL DE LAS BACTERIAS DEL PISO FORESTAL

Rocío Hernández León, Felipe García Oliva y Yunuen Tapia Torres

240

**LA NEMATOFAUNA EDÁFICA COMO INDICADOR BIOLÓGICO  
DE PERTURBACIÓN ANTROPOGÉNICA EN ZONAS TEMPLADAS**

Bernabe-Arevalo Selena Margarita, González-Cortés Juan Carlos, Granados-García María Elena,  
Ramírez-Mandujano Carlos Alberto y Alcalá-Jesús de María

**241**

**RESERVA DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO  
EN SISTEMAS AGROECOLÓGICOS DEL SUR DE N.L.**

Lileny Sarahi Mireles Martínez, Edgar Vladimir Gutiérrez Castorena,  
Vicente Vidal Encinia Uribe, y Gustavo Andrés Ramírez Gómez

**242**

**RESPIRACIÓN MICROBIANA EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN SUELOS DE ORIGEN VOLCÁNICO  
EN EL PARQUE NACIONAL IZTACCÍHUATL-POPOCATÉPETL (PNIP)**

Torres Domínguez Mitzi Evelyn, Alma Bella López López, Juan Manuel Valderrábano Gómez y Gerardo Cruz Flores

**243**

**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y CALIDAD DE SUELO**

Yaselda Chavarin Pineda, Maria Guadalupe Tenorio Arvide, Miguel Angel Valera Pérez y Gladys Linares Fleites

**244**

## FERTILIDAD

### BORO Y ZINC EN LOS SUELOS DE MÉXICO

Javier Zaragoza Castellanos Ramos

246

### CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS EN ZONAS CAFETALERAS DE LA COSTA DE OAXACA

Miguel Angel Cano-García, Verónica Mariles-Flores y Patricio Sanchez-Guzman

247

### CARBONO MICROBIANO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE SUELOS EN AGROSISTEMAS CAFETALEROS EN CUETZALAN DEL PROGRESO, PUEBLA

Anna Karina Alcántara Azuara, Gilberto Vela Correa, Gerardo Cruz Flores,

Judith Castellanos Moguel y Oscar Cano Flores

248

### CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE TOMATE SALADETTE MEDIANTE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Nadia AzenethRodríguez-Esquivel, Emilio Olivares-Sáenz, Rigoberto E. Vázquez-Alvarado,

Roberto Carranza-de la Rosa y Edgar V. Gutiérrez-Castorena

249

### EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN MAÍZ BAJO LABRANZA DE CONSERVACIÓN

Ulises Aranda-Lara, Martín Espinosa-Ramírez y Ma. Eugenia Cisneros-López

250

**EVALUACIÓN DE COMPOST DE CAFÉ (*Coffea* SPP.)  
SOBRE EL RENDIMIENTO DE CULTIVOS A NIVEL INVERNADERO**

López-Gómez A., Rosales-Castro M. y Pérez-López M.E.

**251**

**EVALUACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN DE SUSTRATOS MEDIANTE EL FLUJO  
DE C-CO<sub>2</sub> BAJO FERTILIZACIÓN NITROGENADA**

Víctor Manuel Montoya-Jasso, Gerardo Sergio Benedicto-Valdés,  
Víctor Manuel Ordaz-Chaparro, Alejandrina Ruiz-Bello y Jesús Manuel Arreola-Tostado

**252**

**FERTILIDAD DEL SUELO EN HUERTOS DE AGUACATE 'HASS'  
CON DISTINTO MANEJO EN LA FERTILIZACIÓN**

García-Martínez, R., Cortés-Flores, J.I., López-Jiménez, A.1, Etchevers, J.D. y Carrillo-Salazar, J.A.

**253**

**FERTILIZACIÓN NITROGENADA PARA MAÍCES HÍBRIDOS Y CRIOLLOS  
EN TEMPORAL Y RIEGO: CASO PARCELAS DE OMISIÓN MASAGRO**

Sánchez Roldán M.M., Volke Haller V.H., Ortíz Monasterio I., Etchevers Barra J. y Guerra Zitlalapa L.

**254**

**FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE LAS PROPIEDADES  
DEL SUELO Y RENDIMIENTOS DE MAÍZ ORGÁNICO**

Francia Deyanira Gaytán Martínez, Edgar Vladimir Gutiérrez Castorena y Patricio Sánchez Guzmán

**255**



INCREMENTO EN LOS RENDIMIENTOS DE MAÍZ PARA GRANO EN BASE  
A LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON ZN, B Y FE EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

Dr. José Ivan Ortiz Monasterio Rosas

256

INFLUENCIA DE LOS BIOSÓLIDOS COMO SUSTRATO  
PARA EL CRECIMIENTO DE NARANJA AGRIA (*Citrus aurantium*)

Carolina Trinidad Montero-Rosado, Sara Aida Alarcón-Pulido y Vicente Espinosa-Hernández

257

INTERACCIÓN NANOPARTÍCULAS DE HIDROXIAPATITA-BACTERIAS  
SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO

M en C. Rosalba Monroy-Miguel

258

REMEDIACIÓN DE SUELOS SALINOS CON UN INÓCULO FÚNGICO  
Y SU EVALUACIÓN COMO BIOFERTILIZANTE

Escobar-Flores, N.S., Rodríguez-Vázquez, R. y Landa-Faz, A.

259

RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CON ZINC Y BORO  
EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN LA FRAILESCA, CHIAPAS

Robertony Camas-Gómez, José Iván Ortiz Monasterio-Rosas, Rausel Camas Pereyra,

Pedro Cadena-Iñiguez y Walter López-Baez

260

**RESPUESTA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)  
A ZEOLITAS MEZCLADAS CON FERTILIZANTES**

Quetzalli Carmona O., Claudia Hidalgo M., Francisco Rodríguez Neave, Jorge D. Etchevers

**261**

**SUELOS ÁCIDOS CULTIVADOS CON MAÍZ:  
ENCALADO Y ELEMENTOS TRAZA EN LA FRAILESCA, CHIAPAS**

Karla Vianey Narváez-Gallegos, Jorge Dionisio Etchevers-Barra, Claudia M. Hidalgo-Moreno,  
Víctor A. González-Hernández y Robertony Camas-Gómez

**262**

**USO DE COMPOSTA EN EL CULTIVO DE QUINOA  
(*Chenopodium quinoa* WILLD) EN TOCHIMILCO, PUEBLA**

Oliver Guadarrama Rogelio, Granjeno Colín Andrea Elizabeth y Beltrán Rosales Daniel

**263**

**USO Y ABUSO DE FERTILIZANTES Y EXCRETAS DE BOVINO LECHERO ESTABULADO  
EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN INTENSIVO DE FORRAJES**

Dr. José Antonio Cueto Wong

**264**

**VALORACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE DOS SUSTRATOS ORGÁNICOS EMPLEADOS  
PARA REHABILITAR SUELOS COMPACTADOS**

José Carmelo González-Pedroza, Gustavo Álvarez-Arteaga, Sarai Montes-Recinas y María Estela Orozco-Hernández

**265**

**VERIFICACIÓN DEL EFECTO DE ENMIENDAS PARA CONTROL  
DE LA ACIDEZ DEL SUELO Y RENDIMIENTO DE MAÍZ**

Robertony Camas-Gómez, Rausel Camas-Pereyra, José Iván Ortiz Monasterio-Rosas,  
Pedro Cadena-Iñiguez<sup>4</sup>, Walter López-Baez<sup>5</sup> y Neiser Emmanuel Velasco-Gonzalez

**266**

**VOCACIÓN Y USO ACTUAL DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL ESTADO DE CAMPECHE**

Karen Dose-Maldonado, Lucy Mora Palomino, Blanca Prado Pano, Alfonso Árciga-Suárez,  
Cynthia G. López-Delgado, Leticia González-Durán y Milton C. Soto-Barajas

**267**

**PRODUCTIVIDAD DE AGROSISTEMAS** 

**BIOMASA DE LAS ESTRUCTURAS DEL VÁSTAGO DE FRIJOL CON DIFERENTES DENSIDADES  
DE POBLACIÓN EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ Y UNICULTIVO**

Marylin Guadalupe Palacios-Flores, Ramón Díaz-Ruíz y Juan Contreras-Ramos

**269**

**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE ABONOS ORGÁNICOS  
BAJO TRATAMIENTOS DE SOLARIZACIÓN**

Rebeca Ivonne López Gonzalez, José Dimas López González,  
José Dimas López Martínez y Jesús Luna Anguiano

**270**

COMPORTAMIENTO DE LA NODULACIÓN DE FRIJOL AFECTADA  
POR DENSIDADES DE FRIJOL ASOCIADO CON MAÍZ Y SOLO

Ramón Díaz-Ruiz, Marylin Guadalupe Palacios-Flores y Juan Contreras-Ramos

271

CULTIVO DE *Artorima erubescens* (ORCHIDACEAE),  
EN UN BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DEL SUR DE MÉXICO

Ramiro Ríos-Gómez, Teresa Elvia Viedma-Vázquez, Carmina Gámez-Barajas y Eloy Solano-Camacho

272

EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN POR ESQUEJES  
DE ARÁNDANO AZUL VARIEDAD BILOXI (*Vaccinium corymbosum*)

MC. Judith Libertad Chavez Gonzalez, Dr. Raúl Cárdenas Navarro y Dr. Dr. Luis López Pérez

273

EFICIENCIAS ENERGÉTICA, DE USO DE LA TIERRA Y ECONÓMICA  
DE SISTEMAS DE CULTIVOS TRADICIONALES ASOCIADOS CON MAÍZ

Jaime Ruiz-Vega y Fidel Diego-Nava

274

EVOLUCIÓN DE LA PEDODIVERSIDAD EN EL SUR  
DE LA CUENCA DE MÉXICO POR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL USO DE SUELO

Elizabeth Solleiro-Rebolledo, Yazmín Rivera-Uria, Bruno Chávez-Vergara,  
Jaime-Ortega, Sergey Sedov y Ofelia Beltrán-Paz

275

## LOS BIOSÓLIDOS EN EL VALLE DE JUÁREZ CHIHUAHUA

Baltazar Corral Díaz, Juan Pedro Flores Márquez y Pedro Osuna Avia

276

## MODELOS UNIVARIADOS PARA REPRESENTAR LA MATERIA ORGÁNICA DE SUELOS PRODUCTORES DE CACAO

Moisés Alonso Báez, Carlos Hugo Avendaño Arrazate,  
Manuel Grajales Solís y Betsabé Leavit Alonso López

277

## NITRÓGENO DISPONIBLE DE ESTIÉRCOL DE BOVINO LECHERO, EVALUADO EN MAÍZ FORRAJERO Y TRITICALE

Olivia García-Galindo, Uriel Figueroa-Viramontes, José Antonio Cueto-Wong,  
Gregorio Núñez-Hernández, Miguel Ángel Gallegos-Robles y José Dimas López-Martínez

278

## POTENCIAL EN RENDIMIENTO DE GRANO DE MAÍCES BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN PUEBLA

Engelberto Sandoval-Castro, Mario Valadez-Ramírez,  
José Hilario Hernández-Salgado y Hugo Alberto Sánchez-Ramírez

279

## POTENCIAL PRODUCTIVO DE SUELOS CON DIFERENCIALES CLIMÁTICAS EN ARAMBERRI, N.L.

Vicente Vidal Encinia Uribe, Edgar Vladimir Gutiérrez Castorena, Lileny Sarahi Mireles Martínez y Diana Patricia Quintanilla Resendiz

280

**PRÁCTICAS UTILIZADAS PARA LA PRODUCCIÓN  
Y PRODUCTIVIDAD EN UN MÓDULO AGROFORESTAL**

Torres-Aquino, M, Sandoval N.R.A., Gavi-Reyes, F., Martínez-Hernández, J.J. y Robledo, S.E.

**281**

**PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE ORGÁNICO DE MAÍZ  
Y FRIJOL YORIMÓN WALP EN LA COMARCA LAGUNERA**

J. Guadalupe Luna-Ortega, Miguel Ángel Gallegos-Robles, Adamaris Maday Morales García,  
Paola Janeth Ramírez Huerta, María Gabriela Cervantes Vázquez, Lorenzo Antonio Ramírez Aviña

**282**

**PROPUESTA PARA EL USO APROPIADO DE BIOSÓLIDOS  
EN SUELOS DE SISTEMAS PRODUCTIVOS AGRÍCOLAS**

Juan Pedro Flores Margez , Pedro Osuna Avila y Baltazar Corral Diaz

**283**

**EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS DE MANEJO DE FERTILIZANTES, ORIENTADAS A INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE USO DE NITRÓGENO EN TRIGO CULTIVADO BAJO AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN**

Jesús Santillano Cázares, Maria Elena Cárdenas Castañeda y Iván Ortiz-Monasterio Rosas

**285**

**IMPLEMENTACIÓN DE HUERTOS URBANOS EN ESPACIOS ACADÉMICOS COMO ALTERNATIVA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL**

Zuleima Guadalupe Piña-Mercado, Lizette Miranda-Ramírez, Mari Carmen García-Ceferino, Aldo Erick Magallon-Velásquez y Gustavo Álvarez-Arteaga

**286**

**PRODUCCIÓN DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch.) EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO VERTICAL BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

Alvarado-Chavez J. A., García-Herrera E. J., Lara-Herrera A. y Gómez-González A.

**287**

**UNA NUEVA ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FERTILIDAD DE SUELO**

Sara García Huerta y J. D. Etchevers Barra

**288**

# I. Diagnóstico, metodología y evaluación del recurso suelo

Contaminación



I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN SUELOS URBANOS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNAM

Lucy Mora P.<sup>1</sup>, Eliudimir Peña Ramírez<sup>2</sup>, Blanca Prado<sup>1</sup>, Javier Tadeo Leon<sup>2</sup> y Silke Cram Heydrych<sup>1-3</sup>

### RESUMEN

Los suelos urbanos se denominan a los suelos desarrollados en áreas urbanas o industriales en donde las actividades antropogénicas tienen una alta influencia. Una de las principales características es su variabilidad asociada a la diversidad de materiales que le dan origen. Los contaminantes comunes en suelos urbanos son los elementos potencialmente tóxicos y contaminantes orgánicos, lo cual son un problema importante en áreas urbanas entre ellos se reportan a Pb, As, Cd y PAHs, antibióticos y compuestos de origen del petróleo, debido a las actividades de las grandes urbes. El objetivo de este trabajo fue conocer los niveles de contaminación de suelos en áreas urbana, ya que representan un riesgo de exposición en diferentes rutas a los ciudadanos, especialmente en áreas de mucha confluencia de habitantes. El Campus de la UNAM se ubica al sur de la ciudad de México, lugar a donde se dirigen los vientos de manera preferencial. Esta condición favorece la movilidad de partículas y emisiones de gases industriales y tránsito vehicular. Por esta razón dentro de campus de CU se tomaron muestras compuestas en superficie de diferentes áreas de Ciudad Universitaria UNAM y de 4 perfiles de suelo de diferente edad de material de relleno. En las muestras se analizó la concentración de metales pesados totales. De los metales se identificó principalmente concentraciones de Pb, V, Cr, Ni. De acuerdo con la Norma de Metales totales en suelos, los valores de Pb y V están por arriba de los límites permisibles, principalmente en la superficie de los suelos de mayor tiempo de desarrollo. Por otro lado, en las muestras superficiales, también se encuentran concentraciones altas de Pb, principalmente en zonas cercanas a avenidas principales, lo cual se asocia a procesos de depósitos atmosféricos.

1 Instituto de Geología-UNAM, Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo.

2 Posgrado en Ciencias de la Tierra UNAM.

3 Instituto de Geografía-UNAM, Departamento Geografía Física

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## DISEMINACIÓN DE FÁRMACOS Y DETERMINANTES DE RESISTENCIA EN EL AMBIENTE POR EL RIEGO AGRÍCOLA CON AGUA RESIDUAL EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO

Christina Siebe<sup>1</sup>, Philipp Dalkmann<sup>1</sup>, Melanie Broszat<sup>1</sup>, Blanca Prado<sup>1</sup>, Yolanda López Vidal<sup>1</sup>, Elizabeth Grohmann<sup>1</sup> y Jan Siemens<sup>1</sup>

### RESUMEN

A nivel mundial se recurre cada vez más al reúso del agua residual en el riego agrícola y para la recarga artificial de acuíferos para mitigar el creciente déficit de agua potable e incrementar la productividad. Diversos contaminantes, entre ellos patógenos, fármacos y determinantes de resistencia a éstos, se diseminan en el ambiente a través de las aguas residuales, lo cual constituye un riesgo para la salud humana. En la conferencia se mostrarán los principales resultados generados dentro del marco de un proyecto multidisciplinario en el cual participan académicos y estudiantes de varias dependencias de la UNAM en colaboración con dos instituciones alemanas. Hemos investigado el transporte, la disipación y la acumulación de varios antibióticos en los distintos compartimentos ambientales del sistema de reúso agrícola de agua residual de la Ciudad de México en el Valle del Mezquital, así como la relación entre la presencia de estos compuestos y la de organismos patógenos y de genes de resistencia. Con ésta investigación se quiere contribuir a la discusión relacionada con el riesgo a la salud humana derivado de la diseminación de estos contaminantes emergentes en el ambiente.

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

<sup>1</sup> Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA CONCENTRACIÓN Y CARGA DE MANGANESO EN EL POLVO DE CIUDAD DE MÉXICO

Aguilera A.<sup>1,2</sup>, Bautista F.<sup>1</sup>, Gogichaichvili A.<sup>3</sup>, Gutiérrez-Ruiz M.E.<sup>4</sup>, Ceniceros-Gómez A.E.<sup>4</sup>, López-Santiago N.R.<sup>4</sup>

### RESUMEN

El manganeso es un elemento esencial y también un neurotóxico. En las ciudades grandes y contaminadas, como Ciudad de México, hay una falta de información sobre los niveles de Mn en el ambiente, mientras que la población joven ya está exhibiendo las marcas neuropatológicas de la enfermedad del Parkinson. El objetivo de este trabajo fue obtener un primer indicio de la extensión de la contaminación por Mn, por lo que se examinaron la concentración y carga de Mn en el polvo urbano de la Ciudad de México, para identificar las áreas más contaminadas. A partir de un muestreo sistemático, aproximadamente a 1 km de equidistancia, se recolectaron 482 muestras de polvo urbano en 1 m<sup>2</sup> de superficie; se tamizaron a 250 µm y se pesaron. Las concentraciones de Mn se midieron por ICP-OES y se calculó la carga Mn, la estadística descriptiva, correlaciones de Pearson, factor de contaminación, interpolaciones espaciales con kriging indicador (umbral: cuartil 3) y análisis de varianza por delegación administrativa. Se encontró un grado de contaminación moderado en el 90% de los casos analizados, con una concentración promedio de 235.2 mg/kg y una carga de Mn promedio de 10.7 mg/m<sup>2</sup>. Las áreas con mayores concentraciones de Mn se localizaron al centro y norte de la Ciudad de México, en las delegaciones de Cuauhtémoc, Iztacalco y Azcapotzalco, de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis. Para la carga de Mn, las áreas con los valores más altos se ubicaron al este y noroeste de la ciudad, en las delegaciones de Iztapalapa, Azcapotzalco, Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza. Los resultados de esta investigación servirán como base para comparar futuros cambios potenciales en las concentraciones y carga de Mn en la Ciudad de México.

- 1 Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, C.P. 58190 Morelia, Michoacán, México. leptosol@ciga.unam.mx
- 2 Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. aaguilera@cieco.unam.mx
- 3 Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, C.P. 58190 Morelia, Michoacán, México. avto@geofisica.unam.mx
- 4 Laboratorio de Biogeoquímica Ambiental, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. ginny@unam.mx, acenicerros@comunidad.unam.mx, nruthls@comunidad.unam.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA SUSCEPTIBILIDAD A METALES PESADOS EN PLANTAS DE ZONAS ÁRIDAS

Lucila Perales-Aguilar<sup>1</sup>, Eugenio Martín Pérez-Molphe-Balch<sup>1</sup>,  
Ma. del Socorro Carmen Santos-Díaz<sup>2</sup> y Yenny Adriana Gómez-Aguirre<sup>1</sup>

### RESUMEN

En Aguascalientes, la contaminación de los suelos por metales pesados se debe principalmente a las actividades mineras. Por lo tanto es importante estudiar y conocer la capacidad de las plantas nativas para sobrevivir en presencia de metales tóxicos ya que pueden estabilizarlos y eliminarlos del suelo. Los sistemas de propagación *in vitro* son eficientes para la producción de plantas y además pueden ser usados para llevar a cabo diversos tipos de estudios. Los estudios de tolerancia de las plantas ante los metales pesados pueden servir para la determinación de especies aptas para la reforestación de áreas contaminadas. En este trabajo se propagaron *in vitro* 41 especies y se evaluó su proceso de enraizamiento con Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Pb y Zn. El tratamiento que resultó más tóxico fue el que contenía cromo. De las 41 especies propagadas *in vitro* 14 desarrollaron raíz en todos los tratamientos *Agave celsii*, *A. chiapensis*, *A. osbcura*, *A. salmiana*, *A. palmeri*, *Opuntia amyclaea*, *O. basilaris*, *O. cochenillifera*, *O. ficus-indica*, *O. macrocentra*, *O. robusta*, *Pereskia sacharosa*, *Pilosocereus chrysacanthus* y *Polaskia chichipe*. Se determinó la capacidad de estas especies de absorber los contaminantes mediante espectrofotometría de absorción atómica. De acuerdo a los factores de translocación y bioacumulación las especies se clasificaron como fitoestabilizadoras, exclusoras, hiperacumuladoras e indicadoras. Los géneros *Agave* y *Opuntia* mostraron ser tolerantes a los metales por lo que tienen uso potencial para fitoestabilizar y remediar suelos contaminados.

**Palabras clave:** contaminación, suelos, plantas nativas, propagación *in vitro*.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes. lucilaperales4@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de San Luís Potosí.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## FITORREMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADO CON PETRÓLEO CRUDO UTILIZANDO *Rhizophora mangle* y *Serratia marcescens*

María Guadalupe Vera Rosado<sup>1</sup>, Miguel Ángel Ramírez Elías<sup>1</sup>,  
Francisco Anguebes Franseschi<sup>1</sup> y Esthela Endañú Huerta<sup>2</sup>

### RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el potencial de fitorremediación de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) bioaumentado con la bacteria *Serratia marcescens* en suelo contaminado con petróleo crudo (22.4°API), bajo condiciones de invernadero a temperatura ambiente en las instalaciones del jardín botánico de la Universidad Autónoma del Carmen en Cd del Carmen, Campeche. El objetivo del trabajo fue conocer el porcentaje de degradación de hidrocarburos saturados (*n*-alcanos) de petróleo crudo en suelo rizosférico de mangle rojo (Histosol). Se montaron 30 tratamientos de los cuales 15 fueron sin mangle rojo y sin bacterias (Testigos) y 15 con mangle rojo y con bacterias, ambos con una concentración de 100,000 mg/kg de petróleo crudo, realizando cortes a 0, 15, 30, 60 y 90 días. Después de cada corte, se evaluó la altura y longitud de raíz de las plántulas de mangle rojo. Así mismo, se realizaron análisis microbiológicos del suelo rizosférico de mangle rojo, para conocer el número de unidades formadoras de colonias y se realizó la extracción de hidrocarburos saturados de petróleo en muestras de suelo contaminado, aplicando el método de Soxhlet. El crudo residual obtenido de cada extracción, se purificó en columna cromatografía de capa fina, obteniendo las fracciones alifáticas (*n*-alcanos), las cuales se reconcentraron y almacenaron en viales para su análisis y cuantificación mediante cromatografía de gases. Los porcentajes de degradación promedio de *n*-alcanos de petróleo crudo, fueron los siguientes: 10 % (15 días), 55% (30 días), 82% (60 días) y 92% (90 días).

**Palabras clave:** degradación, hidrocarburos, mangle rojo, bacteria, cromatografía de gases.

1 Facultad de Química, Universidad Autónoma del Carmen, calle 56 No. 4 Esq. Av. Concordia, Col. Benito Juárez, Campus Principal "General José Ortiz Ávila". C.P. 24180, Cd del Carmen, Campeche. mramirez.unacar@gmail.com

2 Jardín Botánico Regional Carmen. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma del Carmen.

## IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE METALES PESADOS (As, Cd, Cu, Hg, Pb) EN SUELOS DE USO AGRÍCOLA DEL ESTADO DE CAMPECHE

Cynthia Gpe López-Delgado<sup>1</sup>, Blanca Lucia Prado-Pano<sup>2</sup>, Lucy Natividad Mora-Palomino<sup>2</sup>,  
Alfonso Antonio Árciga-Suárez, Karen Dose-Maldonado y Milton C. Soto-Barajas

### RESUMEN

En los suelos de uso agrícola se ha estudiado la presencia de metales pesados principalmente en terrenos irrigados con aguas tratadas; sin embargo, cuando el riego es de pozos profundos o hay aplicación excesiva de agroquímicos la presencia de metales pesados es un peligro latente que se debe vigilar debido a que su presencia puede tener repercusiones negativas a nivel ambiental y en la salud humana. Con la finalidad de conocer a nivel semiquantitativo la presencia de metales pesados en terreno agrícolas del estado de Campeche, se identificó y determinó la concentración de As, Cd, Cu, Hg y Pb a través de un espectrofotómetro de fluorescencia de rayos X (FRX). en 93 muestras provenientes de predios agrícolas colectadas en 11 municipios del Estado. Se observó que la concentración más alta de As ( $46.25 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) fue ubicado en Escárcega, lo cual representa una centésima parte del límite del grado de contaminación establecido ( $5 \text{ a } 50 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Respecto a la concentración de Cd, el promedio fue inferior al límite de detección del FRX. El Cu se encontró con un máximo de  $78.86 \mu\text{g kg}^{-1}$  en muestras provenientes de Tenabo, respecto a la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 indica que  $280 \text{ mg kg}^{-1}$  se considera la cantidad contaminante en los suelos para el uso industrial agrícola/residencial /comercial. El Hg se encontró únicamente en una de las muestras proveniente de Hopelchén, la concentración fue de  $16.09 \mu\text{g kg}^{-1}$ , aproximadamente 300 veces inferior al límite de riesgo ( $5 \text{ mg kg}^{-1}$ ). La máxima concentración de Pb se encontró en una muestra de suelo de Calakmul ( $230.15 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) considerando que el nivel de contaminación es de  $400 \text{ mg kg}^{-1}$  no representa ningún riesgo inmediato. En términos generales se puede decir que las concentraciones de los elementos analizados no sobrepasaron los límites establecidos en la NOM-147-SEMARNAT/SSA.

**Palabras clave.** Metales tóxicos, espectrometría, FRX.

1 Laboratorio de Análisis de Agua-Suelo- Planta. Instituto Tecnológico de Chiná. cyngualode@hotmail.com

2 Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

INDICADORES DE CALIDAD DE SUELO  
EN UNA RESERVA URBANA EN LA CIUDAD DE MÉXICOStephanie Chantal Segura-Espinosa<sup>1</sup>, María del Pilar Ortega-Larrocea<sup>2</sup> y Silke Cram-Heydrich<sup>3</sup>

## RESUMEN

El crecimiento y expansión de la Ciudad de México ha ocasionado la eliminación y transformación de la mayoría de los ecosistemas que existían en la cuenca de México, disminuyendo los beneficios ambientales, conocidos como servicios ecosistémicos, que proporcionan a los habitantes de la ciudad. Aun así, la ciudad cuenta todavía con importantes áreas naturales como es la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA). La REPSA es una reserva natural urbana que ha sido resguardada por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), como uno de los últimos relictos del ecosistema matorral xerófilo de palo loco (*Pittocaulon praecox*), pero es afectada por diversas amenazas como la fragmentación, el depósito de residuos de construcción empleados como rellenos (cascajo y otros materiales), las construcciones y asentamientos irregulares (Castellanos-Vargas, 2001; Lot y Cano-Santana, 2009). A pesar de ello, sigue brindando servicios ecosistémicos, por lo que es fundamental conocer, identificar y mantener los servicios que proporciona este ecosistema. El suelo constituye uno de los primeros componentes que proporciona diversos beneficios ambientales para el mantenimiento de la calidad de vida del ecosistema y de la población urbana (Cram et. al., 2007). El objetivo del presente estudio fue conocer y determinar la actividad biológica edáfica un pedregal remanente respecto a su ecosistema natural a través de la producción del CO<sub>2</sub>, contenido de biomasa microbiana y calidad de la materia orgánica para su aplicación como indicadores en el proceso de restauración ecológica. Se seleccionó dos sitios restaurados y dos sitios perturbados, en cada sitio se tomaron muestras de suelo a una profundidad máxima de 10 cm. Los primeros resultados indican que la calidad de la materia orgánica de los sitios en restauración se encuentra en un proceso intermedio mientras que los sitios perturbados presentaron un mal estado evolutivo por compactación suelo.

**Palabras clave:** Respiración microbiana, calidad de suelo, pedregal, servicios ecosistémicos.

- 1 Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. Correo: segura.eau@gmail.com Tel: 5561517087
- 2 Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. Correo: mpol@geologia.unam.mx Tel: 56224286 Ext: 141
- 3 Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. Correo: silkecram@igg.unam.mx Tel: 5623 0222 Ext: 45463

## LA MINERÍA PRIMARIA DEL MERCURIO EN LA ZONA MINERALIZADA DE LA SIERRA GORDA, ESTADOS DE QUERÉTARO Y GUANAJUATO

Gilberto Hernández-Silva<sup>1</sup>, Luis Fernando Vassallo<sup>1</sup>, Sergio Martínez-Trinidad<sup>2</sup>, Sara Solís-Valdez<sup>1</sup> y Azalea Ortiz-Rodríguez<sup>3</sup>

### RESUMEN

La explotación de la minería primaria del cinabrio (HgS) en la Sierra Gorda, se inició desde épocas precolombinas; en la época colonial cobró auge debido a su uso en la amalgama del oro y la plata. En la actualidad, la zona es considerada como una de las regiones de mayor producción del mundo, aunque con un futuro sombrío ya que las minas tendrán que ser cerradas en un plazo de 20 años, debido al Convenio de Minamata. Esta actividad minera de casi dos mil años ha afectado el medio ambiente y la salud de sus antiguos y actuales habitantes. El objetivo de este trabajo se centra en establecer la estructura de la zona de estudio, mecanismos de transporte, dispersión, y deposición dentro y fuera de la ZMMSG. Los límites de ésta fueron establecidos con base en las formaciones geológicas características de la zona y el concepto de cuenca hidrológica. La región ocupa casi 1000 km<sup>2</sup> de territorio abrupto y montañoso, compuesto de rocas volcano-sedimentarias del Jurásico superior; bancos calcáreos del Cretácico inferior, así como calizas del Cretácico superior, dividida geológicamente en diferentes Formaciones. La edad de la mineralización se extiende de 43 a 35 Ma. Se tomaron un total de 328 muestras georreferenciadas de suelos, sedimentos y terreros, para establecer el mapa de dispersión en toda la superficie de la ZMM. Para el análisis del Hg, se utilizó el equipo AMA 254. Los resultados mostraron tres polígonos con más de 4000 mg/kg de Hg total, alcanzando un máximo de 14,000 mg/kg. Los resultados de este trabajo pueden tener múltiples aplicaciones como, en emisiones de Hg a la atmósfera, en salud pública, cadena alimenticia, restauración de suelos, etc.

Este trabajo fue auspiciado por el proyecto PAPIIT-UNAM número IN103817.

1 Centro de Geociencias, Campus UNAM-Juriquilla, Qro. ghsilva@geociencias.unam.mx

2 Colegio de Posgraduados, Campus Puebla, San Pedro Cholula, Pue.

3 Posdoctorado, Centro de Geociencias, Campus UNAM-Juriquilla, Qro.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL



I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## METALES EN CULTIVOS Y SUELO DE UN HUERTO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

R. E. Acosta-Hernández<sup>1</sup>, S. Cram-Heydrich<sup>2</sup> y P. Fernández-Lomelí<sup>2</sup>

### RESUMEN

La agricultura urbana se ha reconocido como una estrategia para mitigar la inseguridad alimentaria y contribuir a la resiliencia de las ciudades en tiempos de crisis, por lo que los huertos urbanos han ido en aumento por sus diversos beneficios. Sin embargo, las ciudades generan y enfrentan problemas de contaminación, como la de los metales pesados, que suponen un riesgo ya que la ingestión de suelo y el consumo de plantas contaminadas podrían afectar la salud de las personas. Los objetivos del presente trabajo son: 1) evaluar la concentración de los metales Pb, Cu, Cr, Cd, Ni, Zn en tres tipos de hortaliza (lechuga, zanahoria, jitomate), que se cultivan en un huerto urbano en la Ciudad de México, 2) evaluar la concentración total y disponible de los metales en el suelo asociado a estas hortalizas. Las muestras se trataron por medio del método de digestión asistida por microondas (método EPA 3052) y por espectrofotometría de absorción atómica. Se obtuvieron los siguientes órdenes de concentraciones de metales disponibles en los suelos de lechuga: Zn>Pb>Cu>Cr>Ni>Cd; en zanahoria: Zn>Pb>Cu>Cr>Ni>Cd y en jitomate: Pb>Zn>Cu>Cr>Cd>Ni. Las concentraciones encontradas no rebasaron las concentraciones de referencia (NOM-147). En cuanto a los cultivos se encontró que, en general, las concentraciones de metales se presentan en lechuga raíz>hoja; zanahoria hoja>raíz; jitomate hojas y raíz> tallos y frutos. No obstante, el Pb, Ni y Cr rebasan los niveles máximos (NM) en partes comestibles, de acuerdo al CODEX 2015. El análisis de los diferentes órganos de las hortalizas permitió encontrar que las concentraciones mayores se presentan en las partes no comestibles, por lo que se podría sugerir que no hay problema al cultivar dichas especies. Sin embargo, los metales que rebasaron los NM dependen de las fuentes de contaminación y el manejo del huerto, lo cual también requiere mayor análisis.

1 Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. raqueleugenia@ciencias.unam.mx.

2 Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## MOVILIDAD DE SULFAMETOXAZOL EN UN PIEDEMONTTE REGADO CON AGUAS RESIDUALES

Blanca Prado<sup>1</sup>, Mario Rodríguez<sup>2</sup>, Juan Carlos Durán<sup>3</sup> y Christina Siebe<sup>1</sup>

### RESUMEN

El riego con aguas residuales es una práctica mundial muy antigua. Los beneficios incluyen la disponibilidad del recurso, el reciclaje de nutrientes y representa una opción de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales. Por otro lado, las aguas residuales se consideran la principal entrada al ambiente de contaminantes emergentes como los fármacos. El sulfametoxazol (SMX) es un antibiótico utilizado en el tratamiento de infecciones diversas. El objetivo del trabajo fue evaluar la movilidad del SMX en un piedemonte localizado en Tlahuelilpan, Hidalgo, donde las parcelas agrícolas son regadas con agua residual (AR) cruda desde hace 90 años. Para lograrlo, los parámetros de transporte de SMX en el suelo fueron obtenidos a escala columna de suelo en condiciones controladas de laboratorio, a escala parcela agrícola se realizó el monitoreo de la concentración del antibiótico en el agua de riego y en el frente de infiltración durante dos eventos de riego, y a escala piedemonte, se realizó el monitoreo bimensual de la concentración del compuesto en el agua subterránea durante doce meses. Los resultados indican que la concentración promedio de SMX en el AR es de 137 ng/l, en el frente de infiltración de 85 ng/l, mientras que en el agua de percolación que abandona el perfil de suelo de 47ng/l, indicando una reducción del 65%. El suelo del sitio retrasa la movilidad del SMX con coeficientes de alrededor de 6, se observó que el transporte del antibiótico ocurrió en no equilibrio químico, y se registró la presencia de flujos preferenciales debido a que los suelos del piedemonte son expansivos. No obstante, la capacidad del suelo de retener al antibiótico, éste logra llegar al acuífero ayudado por los grandes volúmenes de AR utilizados en el riego. El tratamiento suelo-acuífero logra reducir la concentración del compuesto en hasta un 98%.

1 Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo, Instituto de Geología, UNAM, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México.

2 Posgrado en Ciencias Químicas, UNAM, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México.

3 Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México.

## PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS Y CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS DE RIEGO, SEDIMENTOS Y SUELOS DE LA CIÉNEGA DE CHAPALA, MICHOACÁN

Héctor Andrade-Prado<sup>1</sup>, Martha Alicia Velázquez-Machuca<sup>1</sup> y José Luis Pimentel-Equihua<sup>2</sup>

### RESUMEN

Los plaguicidas y contaminantes emergentes derivados de residuos urbanos, industriales y agrícolas que se incorporan a ríos y canales de riego son una fuente de compuestos tóxicos para los suelos. El trabajo tiene como objetivo la detección de plaguicidas organoclorados y contaminantes emergentes en aguas de riego, sedimentos y suelos de la Ciénega de Chapala. Se obtuvieron 20 muestras de agua de riego, sedimentos y suelos agrícolas a las cuales se realizaron análisis físico-químicos convencionales. Se utilizaron los métodos 6630C y EPA-3540C para la extracción de plaguicidas y contaminantes emergentes. El agua fue de tipo bicarbonatado-sódica y bicarbonatado-sódico-cálcica, pH neutro a ligeramente alcalino (7.18 a 8.47), salinidad media a muy alta (C.E. de 294 a 2743  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), y C org de 0.3 a 1.6 mg/L. Los sedimentos presentaron pH moderadamente ácido a moderadamente alcalino (6.3 a 7.73) y salinidad baja a moderada (C.E. de 111 a 2533  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), % M.O. de 0.61 a 5.3, textura arcillosa y areno-arcillosa. Los suelos presentaron un pH neutro a alcalino (7.4 a 9.3), salinidad baja a alta (C.E. de 605 a 5970  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), %M.O. de 0.86 a 2.9 y textura arcillosa. En agua de riego se detectó Diazinón (plaguicida organofosforado) y Ácido tricloro-acético (herbicida), en suelo fue Endrin (organoclorado) y en sedimentos Diazinon y Ciproconazol (fungicida del grupo azoles). Otros contaminantes emergentes detectados fueron plastificantes, aditivos de adhesivos, tintas y residuos de productos cosméticos: Ftalato de dibutilo, Etilenglicol, Tributilamina, Palmitato de isopropilo, principalmente en aguas de riego y sedimentos. Dado que solamente se detectó el Endrin en los suelos, la residualidad de los organoclorados en la zona probablemente es baja. Sin embargo, en investigaciones posteriores es pertinente centrar los estudios en la dinámica de degradación de este plaguicida en los suelos, así como de los otros grupos de plaguicidas y contaminantes emergentes detectados en este trabajo.

1 Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR Unidad Michoacán. mvelazquezm@ipn.mx

2 Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. jequihua@colpos.mx

## POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA DE LODOS RESIDUALES GENERADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGUASCALIENTES, AGS.

Edmundo Robledo-Santoyo<sup>1</sup>, Langen Corlay-Chee, Ranferi Maldonado-Torres, Elizabeth Hernández-Acosta y David Cristobal-Acevedo

### RESUMEN

La aplicación de biosólidos a suelos es una manera efectiva de reciclar la materia orgánica y nutrimentos contenidos en estos materiales para un uso sustentable a través de la conservación y mejora de las características del suelo y los rendimientos de los cultivos. Para un uso adecuado de los biosólidos en la agricultura debe conocerse el contenido de metales tóxicos para evaluar si su concentración permite su uso sin que el suelo se contamine o puedan presentarse daños a la salud humana. El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de nutrimentos y metales potencialmente tóxicos en los biosólidos para su posible aprovechamiento como mejoradores de suelos agrícolas, sin perjuicio para el ambiente y la salud humana. Se colectaron muestras de biosólidos en diferentes épocas del año, en la planta de tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Aguascalientes, Ags.. Se les determinó pH, CE, materia orgánica, N, P, Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn y Zn, y elementos potencialmente tóxicos (Pb, Cd y Ni) Totales. El contenido de materia orgánica fue de 63%, lo cual los hace adecuados como mejoradores del suelo, el N total fue 4%; si se considera que la mineralización del N es 20% durante el primer año, el aporte de N sería de 8 kg/t de biosólidos, el de P de 1.8 kg/t de biosólidos; por lo que la dosis óptima de aplicación de biosólidos al suelo sería 55 t/ha para un cultivo de maíz en un suelo pobre en nutrimentos. La concentración de metales pesados totales (Fe, Cu, Mn, Zn, Pb, Ni y Cd) de los biosólidos no rebasó los límites permisibles considerados como tóxicos, en la normatividad de México, los biosólidos se clasificaron como excelentes, por lo cual pueden tener uso agrícola, forestal o como mejoradores de suelo.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Chapingo, erobledo@correo.chapingo.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## PRESENCIA DE METALES PESADOS EN PLANTAS Y SUELOS DEL JARDÍN "XOCHITLALYOCAN" (JPMAX) CIBAC, CDMX

Vela-Correa, Gilberto<sup>1</sup>, Osuna-Fernández, Aída Marisa<sup>1</sup>, Ramírez-Peña, Abigail<sup>1</sup>, Pimentel-López, Jahzeel<sup>1</sup> y Osuna-Fernández, Helia Reyna<sup>2</sup>

### RESUMEN

El jardín de plantas medicinales y aromáticas Xochitlalyocan (JPMAX) es un proyecto interdisciplinario e interinstitucional de la UAM-Xochimilco. Es un jardín de gran mestizaje, que cuenta con plantas provenientes de Europa y nativas de México. Tiene el propósito de aportar conocimiento para su protección y propagación en la Ciudad de México. El JPMAX está ubicado en la zona de Xochimilco, por lo que el riego se realiza con aguas tratadas y por ende es factible la concentración de metales pesados como el Pb, Zn y Mn derivados de la actividad antropogénica. El objetivo fue determinar la presencia y concentración de Pb, Mn y Zn en los suelos y en hojas de *Artemisia ludoviciana* Nutt., *Chenopodium ambrosioides* L., *Cymbopogon citratus* D.C., *Equisetum hyemale* L., y *Justicia spicigera* S., para ello se analizaron 14 muestras de plantas y 12 suelos con base en los métodos EPA 315 y EPA 351 respectivamente, haciendo las digestiones ácidas en horno de microondas Mars X spress y su lectura en un espectrofotómetro de AA Perkin Elmer AAnalyst 800. Las concentraciones de Pb, Zn y Mn en los suelos no rebasaron los límites permisibles con base en la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos (EPA), lo que determina que no se encuentran en forma disponible ya que los suelos son básicos, lo que disminuye su solubilidad, mientras que el manganeso es el metal pesado que se encuentra en mayor abundancia en los suelos. Las concentraciones de metales en las hojas de las plantas no rebasan los límites permisibles. El epazote es el que presenta mayores concentraciones de zinc, posteriormente el estafiate y cola de caballo; mientras que la menta y el epazote, acumulan más plomo. En cuanto al manganeso este se presentó en mayores cantidades en la menta, epazote, estafiate y té limón.

1 Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Departamento de El Hombre y su Ambiente. [gvela@correo.xoc.uam.mx](mailto:gvela@correo.xoc.uam.mx)

2 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## PREVALENCIA DE RESISTENCIA ANTIBACTERIANA EN AISLAMIENTOS DE MANOS. ¿ES LA ACTIVIDAD LABORAL UN FACTOR?

Yolanda López Vidal, René Arredondo-Hernández, Samuel Ponce de León Rosales,  
Christina Siebe Grabach, Antonio Villa Romero y Rosario Patricia López Magaña

### RESUMEN

El contacto con ambientes selectivos podría ser un factor clave en la emergencia de patógenos y diseminación de microorganismos resistentes. De acuerdo con el Centro de Control de Enfermedades (CDC), estos incluyen entre otros, hospitales, animales de granja y mascotas (Centers for Disease Control and Prevention, 2017). A pesar de la importancia de las manos como un vector en la transmisión de patógenos, el papel de la exposición ocupacional, el estado portador de cepas resistentes en trabajadores agrícolas y personal de la salud ha sido estudiado insuficientemente (Edmonds-Wilson *et al.*, 2015). En vista de lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar el número de aislamientos de miembros del grupo ESKAPE en muestras de lavado de manos en sujetos con exposiciones conocidas y determinar factores de riesgo para el aislamiento de ESKAPE. Para ello se utilizó un diseño experimental de casos y controles para la comparación entre agricultores, trabajadores de la salud, y sujetos sin una exposición ambiental a microorganismos resistentes (FM/DI/046/2017). Se cuantificó el número de unidades formadoras de colonia resistentes a vancomicina,  $\beta$ -lactámicos, o carbapenémicos por mililitro (UFC/mL), y determinaron incidencia y posibles vías de transmisión, por regresión logística. Los resultados muestran diferencias significativas en el número de UFC/mL de miembros del grupo ESKAPE presente en manos de agricultores que riegan sus cultivos con agua negra vs aquellos que usan agua de pozo (enterobacteria y *Pseudomonas spp*). A pesar de que el aislamiento de microorganismos resistentes fue un hallazgo común, las diferencias entre grupos de estudio son un primer paso para definir vectores de transmisión y población susceptible.

## PROPUESTA AL TRATAMIENTO DE RESIDUOS DERIVADOS DE LA FITORREMEDIACIÓN EN SUELOS CONTAMINADOS POR METALES PESADOS: EL CASO DE HUAUTLA, MORELOS

Abigail Díaz-Armendáriz<sup>1</sup>, Patricia Mussali-Galante<sup>1</sup> y Efraín Tovar-Sánchez<sup>2</sup>

### RESUMEN

Los residuos mineros (jales, colas, relaves) producto de la minería, pueden contener elementos potencialmente tóxicos como los metales pesados, los cuales pueden contaminar aire, agua y suelo. En particular el distrito minero Huautla, Morelos se generaron 780,000 toneladas de residuos, los cuales se encuentran a la intemperie y a 500m del poblado, representando un riesgo al ambiente, ya que contiene metales biodisponibles (Cd, Cu, Fe, Mn y Pb) que facilitan su bioacumulación en la biota circundante. Estudios de fitorremediación con especies vegetales que se establecen de manera natural sobre los jales de Huautla, han comprobado ser acumuladoras de Cu, Pb y Zn. Sin embargo, al cosechar las plantas, la biomasa queda sin tratamiento y en la normatividad (NOM-157-SEMARNAT-2009) no establece un manejo para los residuos producidos por la fitorremediación. Por lo que, el objetivo es realizar una propuesta para los residuos generados durante la fitorremediación de metales. Se seleccionaron plantas con potencial bioacumulador como *Vachellia farnesiana*, *Pithecellobium dulce*, *Prosopis leavigata*, *Sanvitalia procumbens* y *Zea mays*. Posteriormente, se planteó emplear la tecnología fitominera para incinerar la biomasa y realizar la técnica de lixiviación con citrato de sodio y la electrolisis para recuperar los metales. Subsecuentemente, un análisis económico sobre los precios de los metales en el Sistema Integral sobre Economía Minera (SINEM) evidenció que las plantas con mejores ganancias para la obtención de Pb y Cu fueron *P. leavigata* y *Z. mays*; y para Zn, *P. leavigata*, *Z. mays* y *V. farnesiana*. En general, las especies con mayor factibilidad técnica y económica fueron *Prosopis leavigata*, *Zea mays* y *Sanvitalia procumbens*. Por último, que las cenizas sean estabilizadas/solidificadas con cemento portland, y que sean confinadas por una empresa autorizada por la Secretaría (SEMARNAT) o podría utilizarse como material para construcción, considerando la prueba PECT con base a la NOM-053-SEMARNAT-2003.

1 Centro de Investigación en Biotecnología. Correo electrónico: abi\_723@hotmail.com

2 Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

# I. Diagnóstico, metodología y evaluación del recurso suelo

Física de suelos



I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CONSERVACIÓN DE SUELO EN TEPANCO DE LÓPEZ, PUEBLA, MÉXICO

R.Castelán-Vega<sup>1,2</sup> y V.Tamariz-Flores<sup>1,2</sup>

### RESUMEN

El sur del estado de Puebla es una zona semiárida, donde las recurrentes sequías y la deforestación han puesto en peligro el ecosistema, despertando la preocupación gubernamental, por lo que se han creado programas de medidas de conservación de suelo, sin embargo, dichas medidas carecen de monitoreo que compruebe su eficacia. Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar la eficiencia de las obras de conservación de suelos realizadas en la mixteca poblana. Se comparó la pérdida de suelo en toneladas por hectárea mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), en parcelas con y sin obras de conservación. Los resultados obtenidos muestran que las pérdidas registradas fueron mayores en las parcelas que no cuentan con medidas de conservación, alcanzando máximos de hasta 34 ton/ha en la temporada de lluvias. La medida que resultó más eficiente para retener el arrastre del suelo bajo las condiciones evaluadas, son las barreras de piedra acomodada, las cuales mantienen el arrastre dentro de los máximos permisibles (<10 ton/ha); las parcelas con zanjas bordo, registraron valores de pérdida de hasta 16.6 ton/ha, por lo que su efectividad no es suficiente para retener la erosión. Los resultados encontrados demuestran que impera el aumento de la superficie en laderas con medidas de conservación de suelo. Sin embargo, es necesario mejorar la eficiencia de las existentes, ya sea asociando otras prácticas de conservación o bien, dando un continuo mantenimiento a las existentes, para que se pueda recuperar la riqueza edáfica de la región.

1 Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla. México. 1. Ciudad, Estado. País.

2 Posgrado en Ciencias Ambientales, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla. México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## ESTIMACIÓN DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (KS) E IMPULSO CAPILAR NETO (G) POR MEDIO DE *PORTABLE Drip Infiltrometer* (PDI)

Lorenzo Borselli

### RESUMEN

En la actualidad la importancia de la estimación de los parámetros hidráulicos ha tomado mayor importancia en el área de las geociencias para su aplicación en ingeniería civil y manejo ambiental, enfocados a la aplicación de diseño de sistemas de riego, estabilidad de taludes y obras civiles, mapas de riesgos, debido a esto se han desarrollado diversas metodologías para la obtención de éstos parámetros, pero hay técnicas de laboratorio en las cuales para la obtención de éstos datos se consume mucho tiempo; también existen técnicas de campo las cuales algunas de ellas rompen con las condiciones naturales del suelo o generan erosión y no se pueden repetir las pruebas en el mismo sitio, además que la portabilidad es mala, ya que se requiere mucho material llevar al sitio y desarrollar las pruebas en campo, hasta el día de hoy, los métodos de estimación están teniendo un gran auge, debido a que pueden disminuir el consumo de tiempo para obtener tales resultados, los cuales pueden ser tan precisos como las técnicas de laboratorio una de éstas técnicas es la de *Portable Drip Infiltrometer (PDI)*, que es una metodología de campo y estimación, que disminuye el tiempo de las pruebas en el lugar de aplicación, así como también aplica estimación usando algoritmos de tipo evolutivo, propone la aplicación de una descarga de agua constante hasta alcanzar el estado estable y partir de ese punto, se pueden estimar tales parámetros hidráulicos en función del radio de la superficie encharcada y la densidad de flujo.

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO PARA LA PLANIFICACIÓN PRODUCTIVA DEL SUELO EN EL EJIDO NUEVO ORIZABA, BENEMÉRITO DE LAS AMÉRICAS, CHIAPAS

Teodoro Castillo-Pérez<sup>1</sup>, Darinel Bermudez-Ruíz<sup>2</sup>, Luís Miguel Díaz-Díaz<sup>2</sup>, Yeseli Jazmín Gálvez-Moguel<sup>2</sup>, Alonso Jesús Cuespaltz Gómez-García<sup>2</sup>, Fabiola López-Jiménez<sup>2</sup>, Felipe López-Montejo<sup>2</sup>, Beida Sánchez-Escobar<sup>2</sup>, Rosalinda Vázquez-Castañeda<sup>2</sup> y Ruth Villarreal-Morales<sup>2</sup>

### RESUMEN

Debido al crecimiento de la población y acelerado deterioro de los recursos naturales, se han generado una serie de instrumentos de planeación territorial. En México, los ejidos y comunidades agrarias comprenden el 50% del territorio nacional y poseen el 80% de los bosques y selvas, por ello es urgente implementar estrategias de planeación de uso adecuado del suelo con fines productivos. El interés de realizar el ordenamiento del territorio a nivel del ejido Nuevo Orizaba, municipio de Benemérito de las Américas, Chiapas, es para conocer el potencial productivo del recurso suelo considerando las características físicas y vocación de uso de la tierra, actualmente realizan actividades agropecuarias y forestales. Esta localidad, en el pasado reciente formaba parte del área de amortiguamiento de la selva lacandona, actualmente los ejidatarios se dedican al cultivo de palma de aceite y hule, como actividad económica. El ordenamiento del territorio parte del principio de planear y ordenar el mejor uso del recurso suelo de acuerdo a su potencial productivo, es por ello la necesidad de conocer las características físicas del suelo para identificar su vocación natural como parte del conocimiento técnico y los productores de la localidad como informantes clave, quienes tienen pleno conocimiento de sus recursos naturales. Se realizaron muestreos de suelos a una profundidad de 0 a 30 cm, a través de la metodología de transectos, en donde se determinaron variables como textura, estructura, color, reacción del suelo al ácido clorhídrico y agua oxigenada. Se concluye que el cultivo de Hule prospera mejor en suelos de textura arenosa y el cultivo de Palma de aceite en suelos arcillosos, y con el uso de los sistemas de información geográfico se generaron mapas digitales de uso actual y potencial del suelo a nivel parcelario, en donde se expresa el ordenamiento del territorio objeto de este trabajo.

1 Universidad Autónoma Chapingo-URUSSE. Teapa, Tabasco. México. sinatafo@hotmail.com

2 Universidad Autónoma Chapingo-URUSSE. Teapa, Tabasco. México.

# I. Diagnóstico, metodología y evaluación del recurso suelo

Génesis, morfología y clasificación de suelos

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## ACTUALIZACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS DEL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO

Gabriel Alejandro Hernández-Vallecillo<sup>1</sup>, Sandra Monserrat Barragán-Maravilla<sup>1</sup>,  
Gustavo Martín-Morales<sup>1</sup>, Dante López-Carmona<sup>1</sup> y Francisco Bautista-Zúñiga<sup>1</sup>

### RESUMEN

En México las cartas edafológicas que proporciona INEGI contienen un conjunto de datos alfanuméricos divididos en dos series: la serie I contiene perfiles de suelo (PS) y observaciones de campo (OBS) (clasificados con FAO 1968, modificada por DETENAL 1970), en la serie II, los PS se han clasificado con WRB 1999; sin embargo, ambas son anteriores a la última versión de la WRB 2015. El estado de Oaxaca y en general todo el país carece de mapas de suelos actualizados. El objetivo de este proyecto fue reclasificar los perfiles de suelo con WRB 2015, para relacionarlo con los ambientes geomorfológicos del estado de Oaxaca. Los datos disponibles corresponden a OBS (sin datos) y PS con (con datos de campo y laboratorio). La reclasificación de los grupos de suelo consistió en: permanencia y cambio de nombre de grupos, depuración de algunas OBS; asignación de horizontes superficiales y subsuperficiales, así como calificadores principales y suplementarios. En ambas series permanecieron Vertisols, Glyesols y Fluvisols. En OBS los Litosoles cambiaron a Leptosols, y se eliminaron Xerosols, Rendzinas y Ranker. Los nuevos horizontes asignados como Mólico y Úmbrico definieron a Phaeozems y Umbrisols, respectivamente; la profundidad de los horizontes y presencia de rocas influyó en el cambio de Regosols a Leptosols, y viceversa. En suelos con horizontes árgicos los Acrisols cambiaron a Luvisols. Los calificadores se asignaron principalmente por datos de laboratorio (PSB, textura y CO). Una vez terminada la nueva asignación de grupos, con el software ArcGIS 10.6. se elaboró un shape y se asoció a una base cartográfica (Ambientes geomorfológicos del estado de Oaxaca, 1:250 000). Finalmente, el mapa se validó mediante minería de datos para estimar la falta de información edafológica. Se obtuvieron 16 de los 32 grupos de suelos de la WRB en 19 tipos de ambientes geomorfológicos.

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Geografía Ambiental CIGA, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Michoacán.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## AVANCES DE PEDOLOGÍA EN EL TRÓPICO HÚMEDO: CASO LOS SUELOS DE TABASCO

David Jesús Palma-López<sup>1</sup> y Joel Zavala Cruz<sup>1</sup>

### RESUMEN

El concepto de “suelos tropicales” sugiere que entre el trópico de Cáncer y de Capricornio existe un grupo especial de suelos con propiedades específicas y problemas. Los suelos de los trópicos basan su fertilidad en su estrato arbóreo, por lo que son frágiles al manejo, sobre todo si se sustituye la vegetación natural por monocultivos con sistemas de labranza inadecuados. Este trabajo tiene como objetivo de actualizar el inventario de los suelos del estado y analizar el efecto de los factores en la formación de los suelos. El estado de Tabasco está conformado por siete zonas fisiográficas que han dado origen a 19 Grupos de suelos, en donde dominan Gleysols, Histosols, Fluvisols, Acrisols, Leptosols y Vertisols, además de suelos con unidades cartográficas muy pequeñas, como: Calcisols, Lixisols, Nitisols, Phaeozems y Tecnosols. Los suelos fueron agrupados por su modo de formación en suelos orgánicos: Histosols (HS); suelos minerales condicionados por la textura del material de origen: Arenosols (AR) y Vertisols (VR); por la topografía/fisiografía del terreno: Fluvisols (FL), Gleysols (GL) y Leptosols (LP); y por el tiempo los suelos de reciente formación como Cambisols (CM) y los que han estado sujetos a exposición prolongada al clima tropical húmedo: Plintosols (PT), Ferralsols (FR), Acrisols (AC) y Luvisols (LV) e incluso por influencia marina: Solonchaks (SC). Esto significa que el clima no es el factor principal de formación de los suelos tropicales, sino también el relieve que dan como resultados diferentes procesos pedogenéticos como: argiluvación y ferraltización en las partes altas y gleyzación, paludización, vertización y salinización en las partes bajas principalmente. Se han encontrado también procesos activos de calcificación en zonas de karst en el este del estado. Lo anterior ha permitido también avanzar en la cartografía de los suelos a escalas de semi-detalle con la aplicación del enfoque geomorfopedológico.

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina s/n. Km. 3.5. Apartado postal 24; C.P. 86500; Cárdenas, Tabasco.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS RIBEREÑOS DEL PARQUE NACIONAL IZTACCÍHUATL-POPOCATÉPETL

Juan Carlos Sandoval-Aparicio<sup>1</sup>, Ma. del Carmen Gutiérrez-Castorena<sup>1</sup>,  
Carlos Alberto Ortiz-Solorio<sup>1</sup> y Gerardo Cruz-Flores<sup>2</sup>

### RESUMEN

En el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl se han realizado diversos estudios edafológicos para describir, caracterizar y clasificar a los suelos; dichos estudios han identificado a los Andisols como la principal unidad. Sin embargo, los suelos ribereños asociados con los ríos y arroyos del Parque han sido poco estudiados. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de la topografía y el tipo de vegetación sobre las propiedades edáficas y los procesos pedológicos responsables de su génesis y clasificación. El estudio se llevó a cabo en tres ecosistemas ribereños (pastizal montano, bosque de oyamel, zona agrícola) a lo largo de un gradiente altitudinal. En cada sitio se describieron tres perfiles hasta un metro de profundidad en diferentes posiciones de la ladera adyacente al ecosistema ribereño (gradiente lateral). Las propiedades edáficas que más se modifican son textura, humedad, materia orgánica y densidad aparente tanto en el gradiente altitudinal como el lateral. Se identificaron cuatro grupos de suelo: Andisols, Entisols, Inceptisols e Histosols. Los suelos ribereños localizados al fondo del valle se forman a partir de una mezcla de materiales aluviales/coluviales, presentan poco desarrollo en el perfil y diferentes grados de hidromorfismo. En las posiciones medias y altas de las laderas dominan los Andisols; en pendientes abruptas se forman los Inceptisols y en los valles de las laderas bajas los Entisols integrados por sedimentos de diferente granulometría. Los Histosols solo ocurren en el alto valle glaciar. La vegetación tiene influencia en la distribución y abundancia de raíces predominantemente en Andisols. Las diferencias en el desarrollo de los suelos volcánicos son evidentes a lo largo del gradiente altitudinal y por su posición en la ladera, lo que genera condiciones microclimáticas sobre todo al fondo de los valles.

1 Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Programa de Edafología. Génesis, Morfología y Clasificación de Suelos. sandoval.juan@colpos.mx

2 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios superiores Zaragoza, UMIEZ, Edafología y Fisiología de la Nutrición Vegetal.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## CARTOGRAFÍA DE SUELOS Y TIERRAS EN MÉXICO

Carlos Alberto Ortiz Solorio<sup>1</sup> y Ma. del Carmen Gutiérrez Castorena<sup>1</sup>

### RESUMEN

Históricamente en nuestro país se han presentado dos corrientes: una que se ha enfocado a imitar parcialmente los procedimientos aplicados en los países desarrollados y la otra es la que busca alternativas propias y que resuelvan la falta de personal especializado y de recursos económicos. Bajo este enfoque, el Colegio de Postgraduados ha sido pionero en desarrollar cartografía de suelos a diferentes niveles de detalle: Regional, Parcelario y Microscópico. El primero es conocido como Levantamiento Fisiográfico o Método de los Sistemas Terrestres, el cual ha permitido hacer investigaciones con gran rapidez a nivel estatal y nacional, pero con la limitante de que la información producida es muy general. Para alcanzar el nivel parcelario, los estudios Etnoedafológicos han sido útiles para elaborar mapas de clases de tierras y obtener información de su uso, manejo y problemática agrícola, pecuaria y/o forestal. El conocimiento local, campesino o étnico juega un papel fundamental en este tipo de estudios, y los mapas generados en diferentes estados del país han sido superiores a los mapas de suelos elaborados por instituciones gubernamentales o de investigación por lo que son un excelente sustituto de los levantamientos detallados de suelos. El nivel más fino, denominado como Microcartografía, se sale del ambiente anterior, pues es necesario la participación de un especialista en Micromorfología de Suelos. Con la construcción de mosaicos de alta resolución de toda la sección delgada, análisis de imágenes y sistemas de información geográfica se están creando micro mapas temáticos de todos los contribuyentes del suelo. Esta metodología se considera como una nueva ventana de observación de rasgos poco conocidos y facilita el entendimiento de los procesos edáficos en múltiples escalas a nivel microscópico.

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Programa de Edafología. Génesis, Morfología y Clasificación de Suelos. ortiz@colpos.mx



## CLASES DE TIERRAS EN LAS QUE SE CULTIVA MAGUEY MEZCALERO EN SOLEDAD SALINAS, OAXACA

Verónica Mariles-Flores<sup>1</sup>, Carlos Ortiz Solorio<sup>2</sup>, María del Carmen Gutiérrez Castorena<sup>2</sup>, Patricio Sánchez-Guzmán<sup>2</sup> y Miguel Ángel García-Cano<sup>3</sup>

### RESUMEN

El mezcal de Oaxaca es un producto emblemático cuya materia prima es el maguey mezcalero. La producción de maguey mezcalero se realiza principalmente en suelos de lomeríos y laderas, generalmente con escasa formación de suelo. Con el objetivo de clasificar los suelos que identifiquen las clases de tierra en donde se produce maguey mezcalero con los sistemas de la WRB y la Taxonomía de Suelos. Se realizaron recorridos de campo en la localidad Soledad Salinas, San Pedro Quiatoni, Oaxaca. De acuerdo con la metodología de Williams y Ortiz (1981), se realizaron entrevistas a productores, para identificar las clases de tierra. Se describieron perfiles de suelos con base en el manual de Cuanalo, (1990) y se tomaron muestras de cada horizonte para realizar análisis de laboratorio. Con base al conocimiento de los productores, se identificaron seis clases de tierra con (en zapoteco y español): Yuu gitaák (Tierra Pedrero), Yuu gebriu (Tierra de Cascajo), Yuu sea (Tierra Colorada), Yuu seed (Tierra Terrero), Yuu nkich (Tierra Blanca) y Yuu llas (Tierra Negra). Con base en los resultados de la descripción de campo y los análisis de laboratorio se realizó la clasificación con el Sistema WRB. La unidad dominante es Leptosol, que se define como suelos someros o extremadamente gravosos y caracteriza a los suelos de las Tierras Colorada, Pedrero, Cascajo Colorado y Cascajo Negro. Existe además, la unidad llamada Cambisol, que son suelos moderadamente desarrollados y es representativa de la Tierra Negra y la Tierra Terrero y un Calcisol en la Tierra Cascajo, que son suelos con acumulación de Carbonatos de calcio secundarios. La clase de tierra que tiene una mayor superficie en la localidad de La Soledad Salinas es la tierra pedrero, que corresponde a suelos Leptosoles Hiperesqueléticos (Eútricos) con la WRB y a Lithic Ustortents con la taxonomía de suelos.

1 INIFAP. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca, mariles.veronica@inifap.gob.mx

2 Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo.

3 INIFAP. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## CLASIFICACIÓN DE 12 PERFILES EN SUELOS DE CONSERVACIÓN (SC) DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

Gloria Alfaro Sánchez<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los Suelo de Conservación (SC) de la Ciudad de México se encuentran en 9 alcaldías, son un recurso importante, dentro de ellos existen elementos naturales que proporcionan servicios ambientales valiosos para la calidad de vida de la población: regulan el clima por la presencia de cobertura forestal, la recarga de mantos acuíferos, infiltración, disminución de contaminación atmosférica, diversidad de flora y fauna; actividades de recreación y valor escénico. En SC se ubican numerosas poblaciones que guardan tradiciones y asentamientos humanos. Los SC sufren fuerte presión dado el creciente aumento de población, tala clandestina, saqueo de tierra, piedra y otros recursos. El objetivo de este trabajo fue aportar información actualizada, sobre las principales propiedades físicas y químicas de los SC. Par ello se utilizaron coberturas de geología, edafología, geomorfología, topográfica, clima, con la intención de definir puntos de muestreo que fuesen los más representativos en los SC. El estudio se llevó a cabo en las siguientes etapas: consulta de información cartográfica en gabinete, trabajo de campo, análisis de laboratorio, interpretación de resultados de 12 perfiles de suelo y la velocidad de infiltración de 193 sitios. Para la clasificación de suelo se utilizó la WRB-2014. Los resultados arrojaron los siguientes grupos de suelo: Leptosols, Phaeozem, Histosols, Arenosols, Andosols, Anthrosols, y Vertisols. Los ecosistemas que tuvieron altos valores de Velocidad de Infiltración (VI) fueron el bosque de pino, el bosque de encino y el pastizal. Otros factores determinantes del valor de la VI son: tipo de roca que originó al suelo de cada ecosistema, la textura edáfica y la edad del ecosistema. Se requiere información más puntual y políticas que protejan este recurso para mejores tomas de decisión.

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

<sup>1</sup> Instituto de Geografía de la UNAM.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CRONOSECUENCIA DE TECHNOZOLES EN LA MINA DE PEÑA COLORADA, COLIMA MÉXICO.

Jaime Díaz-Ortega, Francisco Romero, Sergey Sedov y Gerardo Martínez-Jardines

### RESUMEN

La formación de suelos es un proceso que puede tardar miles de años, sin embargo, en el presente estudio se demostró que los conglomerados hidrotermalizados de la formación cerro de la vieja, aceleran este proceso dando como resultado el desarrollo de un tecnosol spodico y el establecimiento de vegetación arbórea en un periodo de 15 a 40 años presentando desarrollo de estructura subangular a partir de arcillas heredadas del mismo conglomerado, alcanzando valores de fertilidad similares a los suelos naturales. Esta estrategia contribuye a mitigar los efectos de la minería sobre el recurso suelo, debido a que al utilizar un material preintemperizado que rápidamente se reorganiza y presenta funciones de suelo, lo convierte en una de las mejores alternativas para la rehabilitación de las áreas afectadas por trabajos en minería, en la zona de Minatitlán Colima.

## DIAGNÓSTICO DE PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE SUELO CON BASE EN EL LEVANTAMIENTO MORFOPEDOLÓGICO: EL CASO DE LA CUENCA DEL RÍO PIRICUA, MICHOACÁN.

Christina Siebe<sup>1</sup> y Lorenzo Vázquez Selem<sup>2</sup>

### RESUMEN

El levantamiento morfopedológico parte de una delimitación de unidades geomorfológicas a escala semi-detallada con base en técnicas de foto-interpretación asistidas con modelos digitales de terreno. Posteriormente se realizan descripciones de perfiles, tipo de suelo en cada unidad geomorfológica. Estos perfiles se ubican a lo largo de catenas de suelos (asociaciones de suelos en el paisaje) con el fin de documentar el patrón de distribución de suelos dentro de cada unidad. En este trabajo se muestra un ejemplo de un levantamiento morfopedológico realizado en la cuenca del Río Piricua, en el municipio de Tuxpan, Michoacán, dentro del marco de un curso de campo ofrecido a estudiantes de maestría desde hace 23 años. Se cuenta con una base de datos de más de 400 descripciones, que han permitido establecer el patrón de distribución de suelos en cada unidad geomorfológica. La cuenca se ubica en la zona limítrofe entre la Faja Volcánica Transmexicana y la Cuenca del Río Balsas, abarca un gradiente altitudinal de 1700 a 2900 m y muestra una diversidad de coberturas vegetales y usos de suelo característicos del centro de México. La base de datos permite identificar los factores determinantes del patrón de distribución de suelos en cada unidad de paisaje. Además, se demuestra con este trabajo que los rasgos morfológicos levantados en campo permiten diagnosticar procesos de degradación como la erosión y sedimentación, la compactación y pérdida de estructura y la pérdida de materia orgánica. Se concluye que la cartografía de suelos y las descripciones de perfiles conforman el fundamento indispensable para un manejo adecuado del recurso suelo y su enseñanza debe mantenerse y ampliarse en los planes de estudio.

1 Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México

2 Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## EFFECTO DE INCENDIOS DE ALTA Y BAJA INTENSIDAD SOBRE LAS PROPIEDADES EDÁFICAS, A LO LARGO DE UNA CATENA DEL MONTE TLÁLOC, EDO. DE MÉXICO

Sandra Mariana Marín García, Ma. del Carmen Gutiérrez Castorena,  
Carlos Alberto Ortiz Solorio y Efraín Reyes Ángeles Cervantes

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

El fuego en la actualidad ha ejercido un gran impacto en los ecosistemas, el 95% de los incendios forestales son considerados de origen antrópico y su impacto en el suelo depende de su intensidad, frecuencia y temperatura presentando un efecto dual, destructivos o constructivos en la regeneración. En el 2017 en "Monte Tláloc", se generó un incendio forestal que dañó más de 1,000 ha. Un año después, se evaluó y examinó el impacto a corto plazo de un incendio superficial y de copa sobre las propiedades físicas, químicas e hídricas del suelo. Se eligieron dos catenas afectadas por incendios de diferente intensidad, las cuales mostraron diferencias en los rasgos morfológicos a lo largo de la ladera alta media y baja, más un bosque no afectado. Se evaluó en campo DA, Hidrofobicidad e Infiltración y en laboratorio pH, CO, CIC, Nitrógeno, Fósforo, Color, Textura y Retención de humedad. Los resultados indican que los cambios en las propiedades edáficas están relacionados con la intensidad del fuego, los de mayor intensidad presentaron fuerte repelencia al agua a mayor profundidad de suelo en la ladera alta, mientras que, a menor altitud, está se presenta en la superficie del suelo; la infiltración disminuye en la ladera baja; MO, CE y fósforo, disminuyen a lo largo de catena; pH se mantiene ácido y %CC disminuye radicalmente en la ladera media. Mientras que en los incendios de menor intensidad la repelencia al agua es fuerte a mayor profundidad en la ladera media y baja; la infiltración disminuye en la ladera alta; MO y fósforo disminuye a lo largo de la catena; pH es ácido en ladera alta y media y se vuelve neutro en la ladera baja; CE disminuye en la ladera alta y aumenta a menor altitud y %CC es menor en la ladera baja.

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EL ENFOQUE GEOMORFOEDAFOLÓGICO COMO BASE PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DIGITALES DE SUELOS

Patricia Fragoso-Servón, Alerto Pereira Corona y Francisco Bautista Zúñiga

### RESUMEN

El desarrollo de nuevas tecnologías, correspondiente a la mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos y nuevas técnicas estadísticas han permitido elaborar nuevos enfoques, y con ellos, mapas que integran los factores formadores de suelos, entre estos, el enfoque geomorfoedafológico amalgama la Geomorfología y la Edafología por sus factores formadores, al agregar clima y vegetación, se genera un enfoque más integral para elaborar los mapas digitales. El objetivo de este trabajo fue analizar la distribución espacial de los suelos para visualizar integral y congruentemente los factores formadores del suelo y la geodiversidad del estado de Quintana Roo. La investigación se realizó en tres etapas: en la primera fue un análisis geomorfométrico del relieve, la segunda el acopio, generación, evaluación y análisis de la información edafológica, en la tercera se estableció el patrón de distribución de ambientes y suelos utilizando análisis estadísticos de agrupamiento, componentes principales y clasificación para definir las relaciones entre los suelos y las geoformas considerando relieve, clima, cobertura vegetal y edad del material parental para elaborar el mapa digital de Ambientes Geomorfoedafológicos y finalmente el mapa digital de suelos a escala 1:50000. Los resultados indican con base en las variables geomorfológicas seleccionadas y un 99% de entidades clasificadas, que la relación entre suelos y paisajes geomorfológicos definidos con ellas es consistente para la definición de usos potenciales entre otras aplicaciones; el modelo clasifica correctamente más del 85% de los casos. Quintana Roo fue considerado como un área plana y homogénea pero los resultados obtenidos muestran una gran heterogeneidad de relieve negativo que ha permitido el desarrollo de 14 grupos principales de suelos distribuidos de forma compleja, así como siete ambientes. Los mapas digitales desarrollados con este enfoque permiten de forma semiautomatizada identificar la estructura geomorfológica, los ambientes y la distribución de suelos asociada.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## ESTUDIO DE DIAGNÓSTICO, PROSPECTIVA Y FORMULACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN SAN ANTONIO, JAUMAVE, TAMAULIPAS, MÉXICO

Rodolfo G. De la Vega<sup>1</sup>, Elizabeth Del Carmen Andrade Limas<sup>1</sup>,  
Patricio Rivera Ortiz<sup>1</sup>, Bárbara A. Macías Hernández<sup>1</sup> y Andrés F. Solano<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se presenta un análisis del marco histórico de modelos de evolución del paisaje y de erosión hídrica en San Antonio, Jaumave Tamaulipas, México, además se expone el estado del arte de cuyo análisis se derivan los aspectos fundamentales que deben ser considerados en la formulación de un modelo de erosión hídrica. Con el objetivo de hacer un breve recuento de la evolución del conocimiento del proceso erosivo desde 2003 hasta el 2015. Se hizo una evaluación de la erosión remontante en cárcavas, en el ejido San Antonio municipio de Jaumave, por medio de imágenes de satélite, con el programa Arc Explorer 2 MR y lecturas GPS. Con la Aplicación Wikiloc se establecieron las rutas georreferenciadas de la superficie erosionada. Se diseñó una encuesta a los productores agrarios propietarios de uno o más terrenos, observando las consideraciones socioeconómicas, incluyendo la percepción que tienen sobre la pérdida de los suelos. Posteriormente se efectuó un análisis del desarrollo histórico de dicho proceso, relatado por los informantes clave, se reseñan las características principales de la situación actual y se enumeran las potencialidades y limitaciones de éstos. Para el trabajo se diseñó una encuesta aplicada a los propietarios agrarios. El uso intensivo del suelo, la aplicación incorrecta de técnicas de cultivo y el desconocimiento de técnicas de conservación de suelos, están provocando grandes problemas en la zona; la gran pérdida de suelos por la erosión hídrica es un fenómeno por todos conocidos en la zona. Sin embargo, siguen pasando los años y no se toman las medidas necesarias para mitigar el problema. Aun cuando todos los propietarios son conscientes del problema, la mayoría de ellos no tienen el conocimiento necesario para tomar medidas de control. Por lo tanto, es indispensable la adecuada asesoría por parte de instituciones municipales, estatales y federales, así como de la Universidad.

1 Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

2 Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca, Colombia

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## ESTUDIO ETNOEDAFOLÓGICO DEL EJIDO DE TIERRA COLORADA, GUERRERO

Ricardo González Zavaleta, Carlos A. Ortiz Solorio, Ma. Del Carmen Gutiérrez Castorena,  
Atenógenes Licona Vargas y Patricio Sánchez Guzmán

### RESUMEN

Los sistemas agrícolas de pequeños productores cuentan con mucha heterogeneidad en sus tierras para lo cual el conocimiento local de los productores es importante en la identificación y percepción de la clasificación de sus tierras. La etnoedafología puede ser utilizada como una herramienta viable para evaluar la percepción y manejo de las diferentes clases de tierras. Para la elaboración de este estudio se aplicó la metodología propuesta por Ortiz, *et al* (1990), con la finalidad de generar un mapa de clases de tierras y la información requerida, además, se realizó la clasificación científica, con los datos de campo y de laboratorio se efectúa la clasificación formal de los suelos, siguiendo las claves de los dos sistemas más ampliamente usados en los trabajos de investigación, es decir, la Taxonomía de Suelos y la WRB. Este proceso permite verificar si la percepción local de las tierras genera clases formales de suelos diferentes. El objetivo de la presente investigación busca generar a través de un estudio etnoedafológico el conocimiento local de los agricultores sobre el suelo y mostrar que las clases de tierras reconocidas por los productores constituyen un marco de referencia geográfico adecuado para las clasificaciones interpretativas relacionadas con el tema. De acuerdo a la percepción de los productores definen cuatro clases, la tierra dominante es el Barro, posteriormente la tierra Texalt, seguida de la clase de tierra Loma y por último la tierra Lama. Se determinaron los horizontes de diagnóstico superficiales para los suelos de la localidad se designaron como epipedones Ócricos. Dentro de los horizontes de diagnóstico sub-superficiales que se encontraron en los suelos de la localidad tenemos Calcico, Vertico y Petrocalcico de acuerdo con la Taxonomía de suelos 2014. En conclusión el estudio etnoedafológico permitió conocer las características de los suelos del ejido, así como sus prácticas y manejo.



I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EVOLUCIÓN DEL PAISAJE KÁRSTICO EN QUINTANA ROO, REGISTRADO EN SUELOS, EDAFOSEDIMENTOS Y CALICHES

Elizabeth Solleiro-Rebolledo<sup>1\*</sup>, Daisy Valera-Fernández<sup>2</sup>,  
Sergey Sedov<sup>1</sup> y Rafael López-Martínez<sup>1</sup>

### RESUMEN

La Península de Yucatán se caracteriza por tener un paisaje kárstico de baja altitud y de relieve plano, que ha sido afectado por las variaciones del nivel del mar durante el Cuaternario. Durante las fases de ascenso del mar, los sedimentos carbonatados se depositan, en tanto que en los periodos de nivel más bajo, se forman suelos. Dada la co-existencia de los procesos pedogenéticos y de la karstificación, los suelos se erosionan, depositándose en las depresiones kársticas, constituyendo edafosedimentos. En la región costera de Quintana Roo, incluida la isla de Cozumel, se ha documentado la ocurrencia de diferentes fases de formación de suelo, registrados como edafosedimentos en bolsas kársticas, cubiertas por caliches y por sedimentos carbonatados. Se han estudiado con detalle, las propiedades de los edafosedimentos en las bolsas, los cuales están litificados, comparándose con los suelos actuales de la región. Los resultados demuestran que los edafosedimentos, poseen un intemperismo profundo (registrado por el alto contenido de arcilla, la presencia de minerales como caolinita y bohemita, así como elevados contenidos de aluminio), que pueden ser clasificados como Ferralsoles. La cubierta de suelos actual, en contraste, está representada por Leptosoles réndzicos y Luvisoles crómicos (en algunos casos se encuentran Acrisoles), por lo que la cubierta edáfica del pasado, representa una fase de mayor estabilidad ambiental, generando suelos de mayor desarrollo. Los caliches asociados a los edafosedimentos, se han datado por U/Th, que ha permitido establecer la evolución de la región costera de Quintana Roo, en las últimas etapas glaciares e interglaciares.

**Palabras clave:** reconstrucción ambiental, Acrisoles, Luvisoles, Ferralsoles

1 Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

\* solleiro@geologia.unam.mx.

2 Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## HACIA LA OBTENCIÓN DE FORMAS DEL TERRENO APLICADA A SUELOS

Wuendy Berenice Cantarell Jiménez<sup>1</sup>, Jesús Noel Herrera Pedroza<sup>2</sup>,  
Gilberto Xix Aké<sup>3</sup> y Blanca Esthela Delgado Aguiñaga<sup>4</sup>

### RESUMEN

La generación de información edafológica a nivel nacional implica un análisis integral de los elementos que intervienen en la formación y distribución espacial de los suelos, destacando al relieve como uno de los factores determinantes. Sin embargo, la información del relieve con la que cuenta el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) aún es muy generalizada para crear modelos de correlación y clasificación de suelos, como vía para mejorar los métodos y procesos de generación de información edafológica. Es por ello que uno de los objetivos primordiales del INEGI se orienta al incremento de la calidad de sus productos edafológicos y sus elementos de análisis, a través de insumos de relieve con mayor detalle de resolución espacial y compatibilidad de integración. Se propone la generación y clasificación de formas del relieve con resolución de 15 m, a partir del Modelo Digital de Elevación (MDE). Se realiza una clasificación automatizada del MDE con dos métodos: Índice de Posición Topográfica (TPI) para tierras elevadas y el Iwahashi & Pike para zonas planas, a través del software SAGA GIS. La generación de clases de formas del terreno y el análisis de sus procesos y dinámicas asociadas a un nivel de detalle mayor, permite la integración de otros elementos formadores del suelo para determinar el comportamiento de los suelos y sus variables en gradientes altitudinales complejos.

1 Instituto Nacional de Estadística y Geografía - Coordinación Estatal Campeche, email: wuendy.cantarell@inegi.org.mx

2 Instituto Nacional de Estadística y Geografía - Dirección Regional Norte.

3 Instituto Nacional de Estadística y Geografía - Dirección Regional Sureste.

4 Instituto Nacional de Estadística y Geografía - Dirección General de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

## INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA DIFERENCIACIÓN DE HORIZONTES DE SUELOS FORMADOS EN CENIZAS VOLCÁNICAS JÓVENES

Alma Bella López-López<sup>1</sup>, Lorenzo Vázquez-Selem<sup>2</sup>,  
Christina Siebe-Grabach<sup>1</sup> y Gerardo Cruz-Flores<sup>3</sup>

### RESUMEN

El desarrollo pedogenético involucra en primera instancia mayor diferenciación de horizontes e incremento de la profundidad, pero existen vías progresivas y regresivas que cambian este diseño. Cada pedón evoluciona en un contexto de unidad de terreno, en el que la geomorfología y la exposición pueden cambiar la estabilidad de la superficie. El objetivo de esta investigación es evaluar la génesis de Andosoles sobre depósitos de ceniza volcánica de 1,100 años de edad (originadas en el volcán Popocatepetl) en una topo-climosecuencia en el suroeste del volcán Iztaccíhuatl. En un valle que desciende de este-oeste, se investigó la influencia del binomio microclima y la vegetación, asociados por un lado a la altitud y por otro lado a la orientación norte o sur de las laderas. Se realizaron descripciones de perfiles tanto en ladera de umbría como en ladera de solana a 3000, 3400, 3800, 4000 y 4300 m de altitud. Manteniendo constantes la edad (1,100 años), el tipo de material parental (tefras de composición dacítica), la posición en el relieve (laderas rectas) y la pendiente (alrededor de 35°). Los suelos se clasificaron de acuerdo con la World Reference Base for Soil Resources (IUSS Working Group WRB, 2015). Se encontró material parental de 1,100 años re TRABAJADO en todos los horizontes superficiales. En ladera solana en los sitios de menor altitud se encuentra cerca de la superficie ceniza de mayor edad, lo cual indica que parte de la tefra más joven ha sido removida y sugiere que en esta orientación hay condiciones de menor estabilidad geomórfica. De manera general en laderas de umbría domina la complejación órgano-mineral con horizontes aluándicos y melánicos, mientras que en las de solana se favorece la formación de alofano y horizontes silándicos, aunque a los 4000 y 3000 m los horizontes son alusilándicos.

**Palabras clave:** geomorfogénesis, pedogénesis, exposición, Andosoles

1 Instituto de Geología, UNAM. almabella\_lolo@hotmail.com

2 Instituto de Geografía, UNAM

3 FES Zaragoza, UNAM

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## INFORMACIÓN EDAFOLÓGICA. SERIE III

Adrián Rodríguez Ramírez<sup>1</sup> y Guadalupe Durón Ruiz Esparza<sup>2</sup>

### RESUMEN

La Información Edafológica que genera el INEGI tiene muestra la distribución espacial de los diferentes grupos de suelo de acuerdo con la WRB 2014, así como sus propiedades y materiales, morfológicas, físicas y químicas sobresalientes. Se genera a partir de la interpretación visual de imágenes de satélite, tomando en cuenta los procesos de formación de suelo y el análisis de información cartográfica de los factores ambientales que intervienen en su formación y distribución espacial, además de la verificación de campo y análisis de laboratorio de las muestras obtenidas durante esta etapa.

Está constituida por dos capas: una de polígonos, que representa las diferentes unidades de suelo y que presenta la asociación de hasta tres grupos de suelo, sus calificadores, textura, y las limitantes físicas y químicas asociadas al suelo dominante. La capa es de puntos, muestra los diferentes sitios muestreados durante la verificación de campo y presenta diferentes propiedades físicas y químicas de los suelos muestreados. Como resultado del proceso de actualización, la serie III muestra la distribución de 29 grupos de suelo y un total de 640 puntos que representan información detallada de los suelos muestreados. Se presenta en formato shape.

Se han tomado en cuenta características morfológicas, propiedades físicas y químicas, limitantes para el uso y manejo, tales como: profundidad, pedregosidad, salinidad, textura de los 30 cm superficiales, etc. El diseño conceptual está planeado para que los datos estén estructurados y sean usados dentro de un Sistema de Información Geográfica.

Los procesos digitales del Continuo Nacional Edafológico, dan como resultado una capa de polígonos estructurada topológicamente, cada uno de estos elementos tiene asignado un código de rasgo que identifica y relaciona el objeto representado y los valores de sus atributos de acuerdo al Diccionario de Datos de Edafología SIII, escala 1: 250 000.

1 Instituto Nacional de Estadística y Geografía - Dirección General Adjunta de Recursos Naturales y Medio Ambiente, email: adrian.rodri-guez@inegi.org.mx

2 Instituto Nacional de Estadística y Geografía - Dirección General Adjunta de Recursos Naturales y Medio Ambiente, email: guadalupe.duron@inegi.org.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## LA CLASIFICACIÓN LOCAL DE TIERRAS Y LOS AGAVES PULQUEROS EN TEPETLAOXTOC, MÉXICO

Miriam Galán Reséndiz<sup>1</sup>, Carlos Ortiz Solorio<sup>1</sup>, Rosa María García Núñez<sup>2</sup> y Rogelio Álvarez Hernández<sup>3</sup>

### RESUMEN

En la búsqueda de generar estrategias conjuntas de caracterización, inventario, revaloración y mejoramiento del conocimiento ancestral sobre la clasificación local de tierras se realizó esta investigación en comunidades campesinas de Tepetlaoxtoc, Estado de México. El objetivo fue identificar, caracterizar y evaluar las clases de suelo en una superficie aproximada de 9.2 km<sup>2</sup>, con base en la cartografía de tierras campesinas, así como su estrecha relación con el uso del «metepantle», una práctica agrícola ancestral, que hace referencia al cultivo de maguey pulquero en hileras perpendiculares a la pendiente del terreno. Se logró expresar la taxonomía popular de tierras como una clasificación formal del suelo, organizada en tres diferentes niveles jerárquicos el más alto fue representado por el topónimo tierra, el segundo nivel estuvo constituido por tres categorías monotípicas que corresponden a Tepetatuda, Barro y Amarilla, compuestas por un tercer nivel jerárquico con mayor número de clases de carácter politípicas, como el color y el contenido de arena y arcilla, que integraron en total 11 clases de tierras: Tepetatuda roja (Tr), Tepetatuda parda (Tp), Barro blanco (Bb), Barro pardo (Bp), Tepetatuda blanca (Tb), Barro oscuro (Bo), Amarilla (Am), Barro (Ba), Amarilla arenosa (Aa), Tepetatuda Amarilla (Tm) y Amarilla barruda (Ab); en suma a una terminología descriptiva para cada clase así como el diseño, es decir, la pendiente e intervalos vertical y horizontal que posee el «metepantle», ya que representa una estrategia de formación de terrazas sucesivas con bordos cubiertos de las variedades identificadas como Manso (*Agave salmiana* Otto ex Salm.), Verde (*Agave Americana*), Ayoteco (*Agave salmiana* Otto ex Salm.), Carrizo (*Agave mapisaga* Trel.) y Púa Larga (*Agave* sp.), en asociación con árboles, arbustos y cultivos nativos como maíz, frijol, calabaza y avena, entre hileras, que ha provisto, históricamente, la obtención de un abastecimiento comunal, consistente, fundamentado en los usos múltiples del maguey pulquero.

**Palabras clave:** clasificación de tierra, agave pulquero, metepantle, tepetate, taxonomía popular.

- 1 Programa de Edafología, Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas, Campus Montecillos, Texcoco, Estado de México. miriamgalanr.suelos@gmail.com
- 2 Programa de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- 3 Centro de Investigación en Agricultura Orgánica (CIAO-UACH), Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS SUELOS

Francisco Bautista<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los servicios ecosistémicos han sido valorados durante las últimas dos décadas, se ha escrito mucho sobre el tema. Sin embargo, el papel de los suelos en dichos servicios de los ecosistemas ha quedado relegado, tal vez por lo evidente de la biota y porque el suelo prácticamente no se ve. Además, debe hablarse en plural ya que cada suelo funciona diferente y por lo tanto ofrece diferentes servicios ecosistémicos. En esta ponencia se describirá una breve historia de la creación de modelos para valorar “Las funciones ambientales de los suelos”, que son: reservorio de carbono, almacén geológico y arqueológico, almacena nutrientes y filtra el agua, contiene biota, fuente de materias primas, plataforma para actividades humanas, y producción de biomasa. Esas funciones ambientales pueden expresarse como servicios ecosistémicos: el suelo como archivo histórico y geológico, producción de alimentos y fibras, reciclaje de nutrientes y limpieza de agua, fuente de biodiversidad microbiana (medicamentos y sustancias útiles), hábitat humano, fuente de minerales y regulación de CO<sub>2</sub> atmosférico. En los últimos años se ha desarrollado software para la evaluación cualitativa, semicuantitativa y cuantitativa mediante el software “Soil & Environment” (S&E), que utiliza las propiedades físicas y químicas del suelo para hacer la evaluación edafocológica, es decir, la expresión de la suma de las propiedades del perfil completo para luego, mediante modelos realizados por autores de todo el mundo, hacer la evaluación de las funciones ambientales de los suelos que pueden ser expresadas como los servicios ecosistémicos de los suelos. Para que los servicios ecosistémicos de los suelos sean valorados cabalmente se requiere hacer uso de otro concepto más integrador y a la vez más general: Seguridad edáfica, que es algo más allá de la calidad y/o salud del suelo.

**Palabras clave:** Archivo geológico; Producción de alimentos y fibras; Reciclaje de nutrientes; Limpieza de agua; Regulación de CO<sub>2</sub>; Hábitat humano;

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México; Morelia, Michoacán, México. leptosol@ciga.unam.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## PEDOLOGÍA, FUNCIONES AMBIENTALES, SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SEGURIDAD EDÁFICA

Francisco Bautista<sup>1</sup>, Ángeles Gallegos<sup>1</sup> y Anahí Aguilera<sup>1</sup>

### RESUMEN

En esta ponencia se comienza con la descripción de las limitaciones de las ciencias del suelo en México (el concepto de capa arable; visión de parcela en lugar de paisaje; mapas taxonómicos y difíciles de leer; super-especialización y escasa interacción con otras disciplinas; escasa a nula divulgación; no conectamos con el sector público, entre otros). Esto explica la situación de la disciplina y su escasa incidencia en la política pública. Se describe la importancia de la pedología como ciencia pura, como ciencia base que permite entender el funcionamiento del suelo y como ciencia aplicada ligada al manejo del ambiente. Una comprensión cabal sobre la pedología conlleva a entender el suelo como la base de los ecosistemas y sitio donde se despliegan las funciones ambientales del suelo que junto con otros componentes de los ecosistemas dan lugar a los servicios ecosistémicos. Esto es la base de donde surge la seguridad edáfica, en la cual se consideran las 5C, que son capacidad, condición, capital, codificación y conectividad. Entendiendo la capacidad como la aptitud de los suelos ante las funciones ambientales; la condición se refiere al estado del suelo, su grado de conservación y/o perturbación; el capital se refiere al valor del suelo considerando sus funciones ambientales; la conectividad del suelos hacia el interior y exterior del sitio, es decir, el grado de influencia de las condiciones socioeconómicas sobre las formas de uso del suelo, las formas de mediante las cuales la sociedad se conecta con el suelo, p.e. la relación suelo-salud humana, suelo-riesgo, etc.; y la codificación que se refiere a las formas de gobernanza, las políticas públicas y regulaciones sobre los suelos. Se explica, con ejemplos y con detalle cada una de las 5C, todo lo cual lleva a considerar a la seguridad edáfica como clave para lograr un desarrollo armónico con el ambiente.

**Palabras clave:** Capacidad; Condición; Capital; Codificación; y Conectividad.

1 Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México; Morelia, Michoacán, México. leptosol@ciga.unam.mx

## PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO Y LA EROSIÓN HÍDRICA EN SAN ANTONIO, JAUMAVE, TAMAULIPAS, MÉXICO

Andrés F. Solano<sup>1</sup>, Elizabeth Del Carmen Andrade Limas<sup>2</sup>, Patricio Rivera Ortiz<sup>2</sup>,  
Bárbara A. Macías Hernández<sup>2</sup> y Rodolfo G. De la Vega<sup>2</sup>

### RESUMEN

La región del altiplano del estado de Tamaulipas es un territorio semiárido ubicado al poniente de la Sierra Madre Oriental. Presenta severos problemas de erosión tanto eólica como hídrica que significan pérdida de la capa superficial del suelo, tolvaneras, acumulaciones de materiales transportados por el viento, así como la presencia de múltiples y profundas cárcavas a lo largo y ancho de esta región que, aunque tiene bajas precipitaciones pluviales, las lluvias suelen ser de tipo torrencial, aquí las condiciones edafo-climáticas permiten el uso intensivo del suelo para la producción de cultivos básicos. Sin embargo, las mismas características edáficas, la topografía y la precipitación pluvial, unidas a factores de tipo socioculturales y económicos, favorecen la erosión hídrica que se manifiesta en acelerado deterioro cualitativo y cuantitativo de los suelos. El uso intensivo del suelo, la aplicación incorrecta de técnicas de cultivo y el desconocimiento y la no aplicación de técnicas de conservación de suelos, provocan grandes problemas en la zona, los cuales se agudizarán en un futuro próximo. Se evaluó la erosión remontante en cárcavas, en el ejido San Antonio municipio de Jaumave, por medio de imágenes de satélite, con el programa Arc Explorer 2 MR y lecturas GPS. Con el programa Wikiloc se almacenaron las rutas trabajadas al aire libre georreferenciadas. Se diseñó una encuesta a los agricultores propietarios de uno o más terrenos, observando las consideraciones socioeconómicas de cada uno, incluyendo la percepción que tienen por la pérdida de los suelos haciendo recorridos en las parcelas, para identificarlas según sus altitudes. Para identificar el manejo que les dan a los sistemas de producción, se realizó una caracterización de estos. Aunque todos los propietarios son conscientes del problema, no hay un conocimiento necesario para tomar medidas de control. Por lo tanto, es indispensable la adecuada asesoría por parte de instituciones como universidades y gubernamentales.

1 Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca, Colombia.

2 Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL



## PROCESOS PEDOGENÉTICOS EN SUELOS CREADOS A PARTIR DE RELLENOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNAM

Lucy Mora P<sup>1</sup>, Yanileyse Fernández<sup>2</sup>, Blanca Prado<sup>1</sup>, José Manuel Bautista<sup>2</sup> y Silke Cram<sup>3</sup>

### RESUMEN

Los suelos urbanos son creados en el proceso de construcción, modificados en diferente grado por el hombre y se caracterizan por tener propiedades muy variables relacionadas con los residuos de la ciudad. Los servicios ecosistémicos de estos suelos incluyen el soporte de las áreas verdes urbanas con los beneficios que esto implica, regulación del agua, la temperatura, el intercambio de gases y retención material particulado, mejorando la calidad de vida del ciudadano. El objetivo del trabajo fue entender la variabilidad de las propiedades de los suelos urbanos como herramienta de planeación. Estos suelos siguen el mismo patrón que los suelos naturales, respondiendo a los 5 factores formadores de suelos. Sin embargo, la influencia humana y el tipo de material parental puede acelerar los procesos de evolución de estos, lo que permitió identificar procesos pedogenéticos específicos en sitios urbanos, más rápidamente que en suelos naturales. En el Campus de la UNAM se identificaron 4 suelos desarrollados a partir de materiales de relleno de diferente composición y origen, depositados a través del desarrollo urbano del Campus, en su momento la edad de los depósitos correspondía a 60, 45, 35 y 30 años, respectivamente. Para su verificación se hizo la caracterización en campo de los perfiles y muestras en laboratorio de las propiedades físico-químicas. En todos los perfiles se identificaron, principalmente, el horizonte superficial orgánico, como evidencia de procesos de humificación *in situ*, y mayor acumulación de C total en los suelos más viejos. También se identificó la formación de agregados en todos los perfiles que variaron de acuerdo con el material de rellano. En la descripción micromorfológica mediante láminas delgadas se confirmaron los procesos de humificación, se identificó el origen del material parental y procesos dominantes de iluviación de arcillas en todo el perfil que puede explicarse por el material de rellano.

1 Instituto de Geología-UNAM, Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo.

2 Posgrado en Ciencias de la Tierra UNAM.

3 Instituto de Geografía-UNAM, Departamento Geografía Física

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## POTENCIAL DE LA MICROCARTOGRAFÍA DE LOS COMPONENTES DEL SUELO

Edgar Vladimir Gutiérrez Castorena<sup>1</sup> y Ma. del Carmen Gutiérrez Castorena<sup>2</sup>

### RESUMEN

La técnica de microcartografía ha logrado avances relevantes para comprender in situ muchos de los procesos pedogenéticos. La combinación entre micromorfología, sistemas operacionales y análisis de imágenes han facilitado la generación de mapas temáticos y la cuantificación de los constituyentes del suelo en múltiples escalas de ampliación a nivel microscópico. Esta técnica inicia con la captura secuencial de microimágenes individuales con diferente fuente de luz (polarizada plana, cruzada, con compensador, incidente y fluorescente) de toda la sección delgada. Los mosaicos, de mediana hasta alta resolución espacial, se construyen de centenas de micro imágenes de formato raster (RGB), pixels  $\leq 2 \mu\text{m}$ , campo visible real, y georreferenciados a un sistema cartográfico cartesiano. Que, en procesos de segmentación, clasificación supervisada o no supervisada, se obtienen cientos a miles de polígonos de formato Shapefile. Con los polígonos y álgebra de mapas con mosaicos de diferente luz pueden traslaparse y construir imágenes compuestas para elaborar mapas temáticos. Con el desarrollo tecnológico de hardwares que involucran procesadores de última generación, memoria en estado sólido y memoria virtual este proceso se realiza en poco tiempo. Los mapas temáticos permiten no solo la visualización y cuantificación con alta precisión (hasta 100 %) de los constituyentes bióticos y abióticos del suelo, sino también facilitan la determinación de sus relaciones espaciales y la correlación de elementos a escala microscópica con componentes visibles de escala macroscópica. El monitoreo del espacio poroso, grado de descomposición de la materia orgánica identificación de los patrones espectrales de puntos microbianos y biopelículas en la zona rizosférica, evaluación de interacción suelo-hongo micorrízico y relaciones entre la tasa y mortalidad de las raíces finas para comprender la captura de carbono son algunos estudios que han utilizado a la micro cartografía.

1 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Centro de Agricultura Protegida. Francisco I. Madero S/N, Ex Hacienda el Cañada. Cd. General Escobedo, Nuevo León, México. 66050.

2 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.

# I. Diagnóstico, metodología y evaluación del recurso suelo

Química de suelos

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE SUELOS CULTIVADOS CON PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq) EN TENOSIQUE, TABASCO

Nicolás González Cortés<sup>1</sup>, Román Jiménez Vera<sup>1</sup>, Ana Laura Luna Jiménez<sup>1</sup>,  
Arelly Bautista Gálvez<sup>1</sup>, Wilmer L. Velásquez Vargas<sup>2</sup> y Rafael Guillermo Moreno<sup>2</sup>

### RESUMEN

En el municipio de Tenosique Tabasco México se cultivan más de 2,500 ha, las cuales benefician a 235 productores. Por lo que el objetivo del presente estudio fue conocer el nivel de fertilidad de suelos cultivados con palma de aceite en las tres zonas de producción, conocidas como: Planada (ZP), Sierra (ZS) y Vía (ZV). Para ello, se analizaron los siguientes parámetros: pH, M.O., Nt, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn y B. En cada zona se seleccionaron tres parcelas, en donde se hicieron muestreos de suelo en zig-zag a una profundidad de 0 a 30 cm, tomando 10 submuestras de aproximadamente 0.5 kg. Los análisis fueron realizados por triplicado en el INIFAP Huimanguillo. Los resultados fueron los siguientes: para la ZP los suelos son moderadamente ácidos ( $5.46 \pm 0.16$ ), muy pobres en M.O. (0.01%), pobres en NPK, pero ricos en Ca y Mg y para los demás micronutrientes se encuentran en cantidades adecuadas. Para la ZS el pH fue neutro ( $6.72 \pm 0.12$ ), pobre en M.O. (0.027 %), N y P fueron bajos, mientras que K, Ca y Mg fue alto, y adecuado en Fe, Cu, Mn y Zn, y bajo en B (0.90 ppm). En el caso de ZV el pH fue neutro ( $7.10 \pm 0.21$ ), M.O. (0.019 %) pobre, NPK vario de pobre a bajo, Ca y Mg fue alto, Fe, Cu, Mn y Zn fue adecuado, pero B no fue detectado. Se concluye que los suelos de las tres zonas son deficientes en M.O y NPK y el 50% de los casos los suelos son deficientes de B.

1 Profesores y 2 Alumnos del Programa de Maestría en Desarrollo Agropecuario Sustentable. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. nicolas.gonzalez@ujat.mx

## CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS Y BIOLÓGICAS EN SUELOS DE LA ISLA DE COZUMEL, QUINTANA ROO, MÉXICO.

O. Beltrán-Paz<sup>1</sup>, E. Solleiro-Rebolledo<sup>1</sup>, B. Chávez-Vergara<sup>2</sup>,  
J. Díaz-Ortega<sup>1</sup>, S. Griset<sup>3</sup> y D. Valera<sup>3</sup>

### RESUMEN

Los suelos de Cozumel son, en su mayoría, Leptosoles Réndzicos los cuales han estado sometidos a diversos cambios de uso de suelo. El objetivo del presente estudio fue evaluar las propiedades químicas, físicas y biológicas de suelos bajo diferentes tipos de vegetación sucesional, después de un uso agrícola. Se seleccionaron tres sitios: Chempita (sitio conservado); Cantera Transversal (sitio abandonado con vegetación madura); Aerolito (sitio abandonado con vegetación sucesional). En cada sitio, se abrió una calicata para la descripción de los suelos y se colectaron cinco muestras superficiales y 5 muestras de mantillo. Se determinaron los siguientes parámetros: pH, humedad, actividad enzimática, mineralización de carbono; Carbono y Nitrógeno Microbiano (Cmic y Nmic). El pH de los suelos de Chempita y Aerolito son neutros, mientras que para Transversal son alcalinos con valores por arriba de 8.0. La actividad enzimática del suelo mostró en Chempita la mayor actividad de la Polifenol oxidasa (POX), N-acetil glucosaminidasa (NAG) y fosfomocinasa (FME), así como en la mineralización del C (CO<sub>2</sub>). El mantillo de Cantera Transversal tuvo la mayor actividad de enzimática de β-glucosidasa (B-GLU), POX y NAG y sólo en la actividad de la FME fue mayor en Chempita. Al igual que para el suelo, la mineralización de C y la inmovilización de C en biomasa microbiana no mostraron diferencias. Las condiciones de abandono de los suelos en la Isla de Cozumel y su efecto sobre la actividad microbiana sugieren que el sistema muestra alta resistencia a las perturbaciones y que la actividad microbiana puede estar definida por las condiciones propias del desarrollo de los suelos.

- 
- 1 Instituto de Geología, UNAM.
  - 2 Instituto de Geología-LANGEM, UNAM.
  - 3 Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS RIBEREÑOS MEDIANTE MÉTODOS MULTIVARIADOS EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA "LOS VOLCANES"

Eloísa Guerra-Hernández<sup>1</sup> y Gerardo Cruz-Flores<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se seleccionaron 78 sitios ribereños, asociados a sistemas lóticos permanentes en la Reserva de la Biosfera "Los Volcanes" y su zona de influencia, cada sitio se caracterizó física y químicamente. El objetivo fue analizar la dinámica edáfica para seleccionar las variables con mayor significancia. Con esta información se generó la zonificación de los suelos ribereños según su calidad. Durante el periodo 2010 – 2015, se tomaron muestras de suelo, en dos temporadas por sitio. El muestreo se efectuó a distancias de 0, 15 y 30 m sobre un transecto en la ribera del río, a distancias de 1m y de 2 a 7 m a ambos lados del cauce. Las muestras fueron procesadas para su análisis de acuerdo a la NOM-021-SEMARNAT-2001. Se determinaron 14 propiedades del suelo (Temperatura, CE, pH, densidad aparente, espacio poroso, humedad, MO, COS, Nt, relación C:N, fósforo extractable y textura), así como la velocidad de corriente y el caudal. Con la base de datos correspondiente, se aplicó un análisis de correlación múltiple, para discriminar variables con colinealidad, posteriormente se realizó un análisis de componentes principales, con el cual se obtuvieron seis variables con mayor significancia. El primer componente está representado por la calidad nutrimental de los suelos, a través del COS, el Nt y el porcentaje de Arena que nos indica las condiciones de drenaje, aireación y soporte a la vegetación por los suelos, este componente originó seis clases de suelo, que van de menor a mayor calidad conforme aumenta su concentración de COS y Nt. El segundo componente integrado por la CE y el espacio poroso indica la aireación y saturación de agua en el suelo y la presencia de sales y formó también 6 clases, que van de mayor calidad (baja conductividad y mayor espacio poroso) a menor calidad (conductividades altas y menor espacio poroso).

<sup>1</sup> Laboratorio de Calidad de Agua y Ecohidrología

<sup>2</sup> Laboratorio de Edafología y nutrición vegetal. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## DIAGNÓSTICO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS DEL DISTRITO DE RIEGO 043, NAYARIT

Álvaro Can-Chulim<sup>1</sup>, Elia Cruz-Crespo<sup>2</sup>, José Irán Bojórquez-Serrano<sup>3</sup>,  
Héctor Manuel Ortega-Escobar<sup>4</sup>, Enrique Javier-Brito<sup>5</sup> y Iván Guadalupe Chan-Sánchez<sup>6</sup>

### RESUMEN

El área agrícola de la margen izquierda del río Santiago, ubicada en el Distrito de riego 043, en Nayarit, tiene una superficie de 19,484 ha de riego mediante canales, donde el cultivo principal es el arroz, seguido del maíz. Es un área de cultivo intensivo donde la mayor proporción del suelo es de origen aluvial y en menor medida de ladera, coluviales, con predominio de tipo Cambisoles. En los suelos aluviales y de manejo intensivo se tienen contenidos bajos de MO y carbono orgánico del suelo COS. El objetivo del presente trabajo fue diagnosticar el contenido de MO de estos suelos. Para ello se establecieron 18 puntos de muestreo de manera sistemática, mediante cuadrículas aproximadas de 4x4 km. Se tomaron muestras a 30 cm de profundidad para la determinación de MO, COS, pH y CE de acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000. Además, se determinó la Da por el método del cilindro. Los resultados indican que la MO tuvo un promedio de 1.8 %, con un máximo de 3.0 % y un mínimo de 0.1 %; el COS tuvo un promedio de 1.0 %, con un máximo de 1.7 % y un mínimo de 0.1 %, respectivamente. Los valores promedio, máximo y mínimo de  $pH_{1,2}$ ,  $CE_{1,2}$  y Da, fueron: 6.5, 5.3 y 7.6; 0.1, 0.03 y 0.31  $dS\ m^{-1}$ ; 1.28, 1.01 y 1.50  $g\ cm^{-3}$ , respectivamente. Se concluye que el contenido de MO y COS fueron menores en los puntos cercanos al cauce del río, suelos clasificados como Fluvisoles, y se incrementaron en los Cambisoles de tipo coluvial. El pH del suelo en promedio fue ligeramente ácido, óptimo para la agricultura y la CE indica que son suelos con bajo contenido de nutrientes.

- 1 Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura, Cuerpo Académico Recursos Naturales. canchulim@yahoo.com.mx
- 2 Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura.
- 3 Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura.
- 4 Colegio de Postgraduados, Departamento de Hidrociencias.
- 5 Universidad Autónoma de Guerrero, Campus Llano Largo, Unidad Académica Ciencias Ambientales.
- 6 Instituto Tecnológico Superior de Los Ríos.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## DINÁMICA DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN DOS SITIOS DE BOSQUE (CONSERVADO Y PERTURBADO) DEL CERRO DE HUIXTECO, TAXCO, GUERRERO

Méndez Velázquez Ruth y García-Sánchez Rosalva

### RESUMEN

El carbono orgánico del suelo es una propiedad que enlaza la dinámica y resiliencia del suelo, la materia orgánica relaciona el carbono aportado por la biomasa vegetal, el carbono almacenado en el suelo y la biota edáfica, la microbiota es sensible ante la perturbación del suelo, por ello la estimación del carbono microbiano (CBM) indica la condición del mismo en ecosistemas estacionales. El objetivo fue determinar el aporte de biomasa seca (hojarasca), el CBM y carbono orgánico del suelo (COS) en las zonas conservada y perturbada, en dos estaciones (lluvias y secas). En cada zona, se establecieron 5 parcelas de 400m<sup>2</sup> y 3 subparcelas de 25 x 25 cm. En cada subparcela, se colectó hojarasca superficial y muestras de suelo para análisis físico-químico y CBM. La biomasa se evaluó mediante diferencia de pesos, el CBM por fumigación e incubación y los análisis de suelo por métodos sugeridos por la NOM021-IRENAT 2001. Los resultados muestran que la hojarasca aportada en cada zona fue mayor en lluvias que en secas y casi el doble en la zona conservada que en la perturbada (conservada: 207.40 g lluvias vs 140.86 g secas; perturbada 105.53 g lluvias vs 89.60 g secas). El CBM fue en la zona conservada de 0.65 mg lluvias y 0.71 mg secas, en la zona perturbada fue de 0.36 mg lluvias y 0.34 mg secas. El pH del suelo no varió entre temporadas pero sí entre zonas (6.83 conservada vs 5.39 perturbada). La DA 1.18 g/cm<sup>3</sup> conservada vs 1.12 g/cm<sup>3</sup> perturbada, el % de MOS fue mayor en lluvias que en secas en ambas zonas y mayor en zona conservada (8.94) que en perturbada (6.81). Se concluye que el CBM puede ser un buen indicador de la condición del sitio pero no se relacionó (en este caso) con la MOS del suelo.



I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## EFFECTO DEL CAMBIO USO DE SUELO EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE UN ANDOSOL

Silvia Janeth Bejar Pulido, Israel Cantú Silva,  
Humberto González Rodríguez y María Inés Yáñez Díaz

### RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el estado de Michoacán perteneciente a la Meseta Tarasca. Tuvo como objetivo evaluar el efecto del cambio de uso de suelo forestal (F) a huertos de aguacate (HA). Se establecieron parcelas de 100 m<sup>2</sup> donde se tomaron cuatro muestras compuestas a dos profundidades (0-20 y 20-40 cm) por sitio, se trasladaron al laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL, fueron secadas al aire libre y tamizadas a 0.2 mm, se determinó el contenido de C y MO por medio del método de Walkley/Black. Además, el pH se determinó por medio del método AS-23 de la NOM-021-RECNAT-2000 y la conductividad eléctrica (CE) por determinación rápida en suspensión suelo-agua 1:5 (Woerner, 1989). Los análisis estadísticos (U de Mann-Whitney) mostraron diferencias significativas en el contenido de C, MO, pH y CE para ambas profundidades. Los contenidos de C y MO en Andosoles son relativamente altos, encontrando en los primeros 20 cm valores de 9.52 y 16.41 % en HA, respectivamente. El uso F presentó contenidos de C con 7.55 % y 13.02 % de MO. En relación a pH y CE el sistema F presentó valores de 5.59 y 171.69  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , a diferencia del HA con un pH de 6.97 y CE de 364.25  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . En la profundidad 20-40 cm los contenidos de C y MO disminuyeron en ambos sistemas, se acidifica en suelo y disminuye la CE. Los resultados muestran que el cambio de uso F a HA no afecta directamente el contenido de C y MO, sin embargo, afecta la acidez del suelo y aumenta la CE. El contenido de C y MO disminuye conforme aumenta la profundidad. La modificación de las propiedades químicas de un Andosol depende directamente de la intensidad y manejo de los cultivos agrícolas.

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## EFFECTO CONJUNTO DE LA ECTO Y ENDO MICORRIZA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO EN UN BOSQUE TEMPLADO DE PINO-ENCINO

Rosalva García-Sánchez

### RESUMEN

En México, los suelos de bosque conforman un complejo ecosistema que regula el establecimiento vegetal favorecido por la formación de micorrizas. Los hongos forman ectomicorrizas con los pinos incrementando el área de absorción de las raíces, y estos a su vez modifican las propiedades del suelo, las plantas del sotobosque forman micorriza arbuscular que también modifican al suelo pero a menor escala espacial y temporal. Se evaluó el efecto de la micorriza y riqueza de hongos micorrizicos en el suelo asociado (HMA) a 24 especies de plantas del sotobosque y a los pinos del Cerro El Huixteco, Taxco Guerrero. Se realizaron transectos para seleccionar las plantas y recolectar en cada planta muestras de raíz para evaluar la micorriza, muestras de suelo para evaluar la riqueza de especies de HMA, además se recolectaron esporomas de hongos ectomicorrícicos y raíces de pinos para evaluar la ectomicorriza. Se tomaron muestras de suelo para realizar los análisis físicos y químicos, según lo propuesto por la NOM-020 IRENAT 2000. Los resultados mostraron que todas las especies de plantas del sotobosque forman micorriza en diferente grado. La colonización micorrízica fue alta y dependió de la especie vegetal, van desde 45% para *Castilleja tenuiflora* hasta 85% para *Bidens ostruoioides*. Las especies del sotobosque en conjunto reportaron más de 50 morfespecies de HMA favoreciendo la diversidad alfa. La riqueza de macromicetos fue de 46 especies, de los cuales solo 12 son micorrizicos, destaca *Lactarius indigo*. Los suelos son ácidos (entre pH 5.11 y 5.79), % MO baja (entre 4.4 y 3.8) y  $PO_4$  medio (entre 0.50 y 1.06). Se concluye que la variación en las propiedades del suelo no se asocian a la presencia de la micorriza, ni diversidad de hongos micorrizicos, probablemente porque la resiliencia del suelo es alta en este bosque debido a su alta cubierta vegetal.

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTEO, RESIDUOS VERDES DE CIUDAD UNIVERSITARIA, UNAM

Amada Laura Reyes Ortigoza<sup>1</sup>, Argelia Landa Barceinas<sup>2</sup>, Lucy Mora Palomino<sup>3</sup> y Blanca Prado Pano<sup>3</sup>

### RESUMEN

La composta es un mejorador del suelo que se obtiene al descomponerse residuos orgánicos. En la UNAM hay una planta de composta, donde el proceso de composteo requiere evaluación. Por tanto, el objetivo fue investigar las características del material durante su descomposición para fundamentar su consumo. Trabajamos con una pila de 60 m; 30 m contenía residuos verdes (pastos, hojas) y triturado de madera y el resto (30 m) solo residuos verdes. Se colectaron seis muestras a 0, 7, 14, 28, 60, 90, 120 días (d). Y se evaluaron con los siguientes parámetros: temperatura, humedad, pH, CO<sub>2</sub>, C total y disuelto, N, NH<sub>4</sub>, relaciones C/N y E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub>, celulosa, hemicelulosa, lignina y actividad enzimática (ej. fosfatasa, glucosidasa, etc.). Hubo incrementos en la actividad enzimática y emisión de CO<sub>2</sub> a los 14, 62 y 90 d principalmente, aunque a los 120 d, disminuyó. La temperatura se incrementó (50 a 60°C) de los 14 a los 28 d, bajo a 40°C desde los 60 d y decreció a 20°C a los 120 d; el pH fue alcalino de 60 a 90 días, ácido de 0 a 28 d y casi neutro a los 120 d. Al término del trabajo, el Carbono disminuyó de 36 a 22%, mientras que el Nitrógeno aumento de 1.2 a 2%, C/N cambió de 32 a 11, el carbono disuelto, el amonio y E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> bajaron. Los contenidos de celulosa y hemicelulosa fueron más bajos a los 62 días y la lignina a los 14 días. La actividad de las enzimas, CE, NH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, C disuelto, E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub>, lignina, celulosa y hemicelulosa cambiaron con los tiempos y la presencia de triturado de madera. Se concluyó que la actividad enzimática, pH, temperatura y la relación C/N definieron la madurez de la composta y el triturado de madera modificó las características del material.

1 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias Departamento de Ecología y Recursos Naturales E mail: amadalaura@ciencias.unam.mx

2 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento Química en Alimentos.

3 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## FERTILIDAD Y PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN HUEYAPAN DE OCAMPO, VERACRUZ, MEXICO

Alejandro Retureta Aponte<sup>1</sup>, Ana Luisa Salazar Gómez<sup>1</sup>,  
Ángel Héctor Hernández Romero<sup>1</sup> y Elizabeth Hernández Acosta<sup>2</sup>

### RESUMEN

El cultivo de caña de azúcar en México es muy importante, apareció entre los años 1500 y 1600 por medio de los españoles, aunque es originaria de la India, se convirtió en fuente principal de riqueza agrícola en América. Es un cultivo que requiere gran cantidad de biomasa y por lo mismo grandes cantidades de nutrientes para su crecimiento, por lo que en su producción extrae nutrientes considerables del suelo. El conocimiento de sus requerimientos es una ayuda valiosa en la ejecución de algún programa de fertilización, por eso el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la fertilidad de los suelos del cultivo en la comunidad de Zapoapan de Amapan municipio de Hueyapan de Ocampo, Veracruz, México. En el área de estudio se subdividieron tres unidades de muestreo una para cada tipo de suelo, andosoles, vertisoles y gleysoles, y en cada uno de ellos se obtuvieron por el método zing zang alrededor de 40 submuestras, para obtener tres muestras compuestas. En éstas, se determinaron las variables pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno inorgánico, fósforo, potasio, calcio, magnesio, fierro, cobre, zinc, manganeso y boro, siguiendo las técnicas de la NOM021-SEMARNAT-2000. Los resultados mostraron que las tres subdivisiones presentan valores muy similares y a resultados locales del ingenio más cercano a dichas plantaciones con pH neutros de 6.61 a 7.10, bajos contenidos de materia orgánica de 3.92% a 4.28%, bajos contenidos en N de 7.0 a 8.8 mg kg<sup>-1</sup>, valores medios en P de 17 a 24.06 mg kg<sup>-1</sup>, y en los demás con resultados óptimos dentro de los parámetros. La poca disponibilidad o asimilación de los nutrientes repercute en el rendimiento del cultivo, principalmente a su mal manejo o carencia de obras de conservación de estos tipos de suelos por parte de los productores.

**Palabras clave:** Nutrientes, submuestras, asimilación

- 
- 1 Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria  
\* Autor para correspondencia: aretureta@uv.mx. Carretera Costera del Golfo km 220. Colonia agrícola Michapan. CP. 96000. Acayucan, Ver.  
2 Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de suelos.

ÍNDICE GENERAL

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## MÉTODO RÁPIDO PARA MEDIR CIC Y BI EN SUELOS ÁCIDOS Y NEUTROS

Arturo Aguirre Gómez<sup>1</sup> y Laura Virginia Nuñez Balderas<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los métodos para medir la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y las bases intercambiables (BI) se basan en el poder de reemplazo de cationes índices, son lentos, tediosos y ninguno es estándar. Debido a lo anterior, se propone un método rápido basado en el intercambio del protón ( $H^+$ ) para medir CIC y BI. Se seleccionaron 12 muestras de Programa de Evaluación de Wageningen para Laboratorios Analíticos con valores de pH de 5-7, materia orgánica de 1-10 %, CE <1 dS/m y CIC medida en  $AcNH_4$  y  $BaCl_2$  de 3-38  $cmol(+)/kg$ . Las muestras se agitaron, en una relación de 1:10 suelo:solución por 10 minutos con HCl 0.1 M. Se tituló el filtrado ácido con NaOH 0.1 M para medir la CIC, del mismo filtrado se midió Ca y Mg por complejometría mientras que Na y K por flamometría. Existió una buena correlación (pendiente y valor de  $R^2$ ) entre los tres métodos para medir la CIC y la suma de las BI. Para el Ca intercambiable la correlación fue buena y los métodos fueron indistintos, en los métodos de comparación no se indica la substracción del Ca soluble; para Mg intercambiable, la correlación fue buena en la mayoría de los puntos con HCl, sin embargo los métodos fueron no indistintos y nuestro método sobreestimo los valores de las extracciones con  $AcNH_4$  y  $BaCl_2$ ; para Na y K los métodos fueron no distintos, el método con ácido subestimo los valores en comparación a los otros dos métodos, pero existió una correlación cercana al valor de 1. El método con HCl 0.1 M es rápido y simple para medir la CIC y BI, que los tradicionalmente usados en los laboratorios de análisis de suelo, no obstante se requieren más estudios para adecuar el método en suelos ácidos y suelos neutros.

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Km 2.5 Carr. Cuautitlán-Teoloyucan, 54714 San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. México.

## POTENCIAL DE ESTABILIZACIÓN DEL CARBONO EN SUELOS DE UN BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA, QUERÉTARO, MÉXICO

D. Morales de Santiago<sup>1</sup>, A. M. Bustamante Martínez<sup>1</sup>, E. Fuentes-Romero<sup>1</sup> y N. E. García-Calderón<sup>1</sup>

### RESUMEN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es muy complejo y frágil por su distribución restringida, en el país y con riesgo de degradación intenso. La estabilización y secuestro del carbono orgánico (CO) del suelo es un servicio ecosistémico fundamental, que depende de la magnitud de la captura y de la estabilidad. La mineralización y humificación de la MOS regulan el balance de CO por las relaciones órgano-minerales, la calidad de las moléculas orgánicas, la humedad y la actividad biológica que influyen en la estabilidad y tiempo de residencia. Estos mecanismos originan almacenes con diferente tiempo de residencia (agregados en forma y tamaño) indicando el potencial de secuestro. Los suelos del BMM han tenido poca atención en el potencial de estabilización y secuestro de CO, importante en la mitigación del cambio climático. Este trabajo determinó el mecanismo de estabilización del CO asociado al tamaño e índice de estabilidad de los agregados, contenido de fracciones orgánicas y minerales que actúan en el potencial de secuestro. El estudio fue en el BMM de Valle Verde, Querétaro entre los 1100 y 1400 m snm. En Grupos de Luvisoles y Phaeozem con horizonte móllico, formados sobre materiales calcáreos, se evaluó el CO del horizonte A se encuentra almacenado predominantemente en macro agregados (<2000  $\mu\text{m}$ ) y en meso agregados (250  $\mu\text{m}$ ) con abundancia entre 60-80% y 20-30% respectivamente, tienen bajo contenido de arenas ( $\pm 11\%$ ), alto contenido de huminas y ácidos húmicos. El CO en el suelo del BMM se estabiliza en macro y meso agregados mediante el mecanismo de complejación órgano-mineral, debido a los coloides orgánicos estables y la baja proporción de fracciones minerales gruesas. Por lo tanto, el tiempo de residencia del CO es alto; al igual que la protección de la MOS, ante la descomposición es alta, propiciando la humificación como proceso de estabilización del CO.

**Palabras clave:** Estabilidad, almacenes de carbono, secuestro.

<sup>1</sup> Laboratorio de Conservación y Rehabilitación de la Zona Crítica Edáfica, UMDI-J, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Boulevard Juriquilla #3001, CP 76230, Querétaro, Querétaro

PRESENCIA DE METALES EN DOS COMPOSTAS  
DE RESIDUO DE LA INDUSTRIA DEL TEQUILAIsaías Pedroza Rangel<sup>1</sup>, Patricia Zarazúa Villaseñor,  
Diego R. González Eguiarte y Eduardo Salcedo Pérez

## RESUMEN

Existen diferentes métodos de extracción de metales en compostas, la forma del metal extraído dependerá del método utilizado. La técnica que hace uso del ácido dietilentriaminopentaacético (DTPA) extrae metales que se asocian a las formas absorbidas por la planta y se considera que es una cantidad inferior a los totales que puede tener una composta. El objetivo de este trabajo es evaluar dos formas de la concentración de metales (Mn, Zn, Cu y Pb), total y asimilable, de dos diferentes compostas (A y B) de desecho de la industria del tequila. De dos compostas provenientes de los residuos de la industria tequilera, se tomaron tres muestras de cada una. Los métodos utilizados son el extractante DTPA para las formas asimilables y la Digestión Ácida (DA) para las formas totales. Para el DTPA en proporción 1:5 (muestra:extractante p/v) las muestras se agitaron durante 2 hrs a 200 rpm y se filtraron; para la digestión ácida se tomaron 0.5 g de muestra, con 30 ml de HNO<sub>3</sub>, se colocaron en plato caliente a 90°C durante 3 horas y se filtraron. La cuantificación de metales se realizó en espectrómetro 4200 MP-AES marca Agilent. Los resultados obtenidos indican que la concentración de los metales en las dos compostas son estadísticamente iguales tanto para las formas extraídas con DTPA como para las extraídas con DA. Los resultados muestran una concentración media (desviación estándar entre paréntesis) de formas asimilables (DTPA) medidas en ppm de: Zn 14.27 (1.56), Cu 8.45 (1.10), Mn 15.39 (4.16) y Pb 3.17 (2.23) mg kg<sup>-1</sup>; mientras que para las formas totales (DA) medidas en mg kg<sup>-1</sup>, los valores fueron: Zn 92.25 (9.13), Cu 151.90 (32.44), Mn 269.91 (79.46) y Pb 23.93 (12.28). Los valores de concentración de las formas totales indican que se encuentra dentro de los límites permisibles de la NOM-004-SEMARNAT.

---

1 Universidad de Guadalajara. isaiasxiq@gmail.com

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## SELECCIÓN *IN VITRO* DE PLÁNTULAS TOLERANTES DE CHILE JALAPEÑO BAJO ESTRÉS SALINO

Andrés Adrián Urias-Salazar<sup>1</sup>, Rafael Delgado-Martínez<sup>1</sup>, Héctor Rodríguez-Moran<sup>1</sup>, Yeny Lizzet Couoh-Uicab<sup>1</sup>, José Hugo Tomas Silva-Espinosa<sup>1</sup> y Wilberth Alfredo Poot-Poot<sup>1</sup>

### RESUMEN

La salinidad es uno de los principales factores ambientales que afectan el rendimiento de los cultivos. El chile jalapeño es de gran importancia en México, se ha visto que es afectado negativamente por la salinidad. El cultivo *in vitro* de tejidos vegetales es una herramienta biotecnológica que permite propagar y seleccionar plántulas en un corto periodo de tiempo. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la salinidad en chile jalapeño en condiciones *in vitro*. Se germinaron semillas en medio de cultivo MS (Murashige y Skoog, 1962), posteriormente se seleccionaron plántulas con vigorosidad y fueron resembradas en medio de cultivo adicionado con NaCl (0, 50, 100, 150, 200 y 250 mM). Las variables evaluadas fueron altura de planta, clorofila, número de hojas, número de entrenudos, área foliar, diámetro de tallo, distancia entre nudos, número de raíces y longitud de raíz. Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar y las medias se compararon con la prueba de Tukey (P=0.05). Los resultados indicaron que todas las variables disminuyeron significativamente a medida que aumenta la concentración de NaCl. Sin embargo, las plántulas de la concentración de 150 mM de NaCl presentaron alturas, área foliar y longitud de las raíces similares a la plantas control. Para la variable diámetro de tallo se encontró que fue mayor en plántulas que estuvieron expuestas a 150 a 250 mM de cloruro de sodio. La disminución del desarrollo de las plántulas puede deberse a la toxicidad ocasionada por el exceso de los iones Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> en la zona radicular y al engrosamiento de los tallos por la alta acumulación de asimilados en el tallo. Por lo que la salinidad es un factor que causa un menor desarrollo en las plántulas de chile jalapeño.

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad autónoma de Tamaulipas. Contacto: sol-and-a@hotmail.com



## II. Relación suelo-clima-biota

Biología del suelo

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## ABUNDANCIA DE BACTERIAS DE LOS GÉNEROS *Azotobacter* y *Azospirillum* EN UNA EDAFO-SECUENCIA SOBRE ECOSISTEMAS RIBEREÑOS DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LOS VOLCANES

G.O. Hernández Salgado<sup>1</sup>, G. Cruz Flores y D. A. Pérez González

### RESUMEN

En México las investigaciones en suelos ribereños de montaña y de su componente microbiológico son escasas y la importancia ecológica de las poblaciones microbianas participantes en la fijación biológica de nitrógeno carece de estudio. En este trabajo se estudiaron cuatro sistemas riparios distribuidos entre 2400 y 4000 msnm con el objetivo de identificar bacterias de vida libre fijadoras de nitrógeno en suelos ribereños con diferente tipo de vegetación en la Reserva de la Biosfera los Volcanes. Se realizó una descripción ecológica y, en transectos de 30 m de largo se colectaron siete sub-muestras de 0-10 cm de profundidad, se formaron muestras compuestas en las cuales se realizaron los análisis microbiológicos, físicos y químicos del suelo (Guerra & Cruz, 2014). Para el estudio microbiológico se prepararon medios de cultivo semisólido libre de nitrógeno (Nfb) en los cuales se aislaron bacterias diazotróficas. Se encontraron correlaciones positivas y significativas del número de unidades formadoras de colonias con factores ambientales (temperatura, humedad y conductividad eléctrica). En los sitios de menor altitud con “mejores” condiciones ambientales el desarrollo bacteriano mostró mayor número de unidades formadoras de colonias y en los sitios más elevados (humedales montañosos) el exceso de agua y bajas temperaturas pudieron limitar el crecimiento bacteriano. De acuerdo a las pruebas de caracterización morfológica y bioquímica, se aislaron 13 cepas que pertenecen al género *Azotobacter* y otras 10 al género *Azospirillum* en la colecta realizada en marzo de 2017. También se aislaron 10 cepas pertenecientes al género *Azotobacter* y seis al género *Azospirillum* en la colecta realizada en agosto de 2018.

**Palabras clave:** Bacterias diazotróficas, medios de cultivo Nfb.

1 Autor correspondencia: edaynuve@unam.mx; Laboratorio de Edafología y Nutrición Vegetal, L-8 UMIEZ, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo S/N esquina Fuerte de Loreto, Col. Ejército de Oriente, CP 09230, Iztapalapa, Ciudad de México, México.

## APLICACIÓN DE RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL EN DIFERENTES CULTIVOS

M. G. Carcaño-Montiel<sup>1</sup>, L. López-Reyes<sup>1</sup>, A. Tapia-Hernández<sup>1</sup> y E. Portillo-Manzano<sup>1</sup>

### RESUMEN

El crecimiento poblacional, la disminución en los rendimientos de producción y la reducción de las áreas disponibles para la agricultura, originan la necesidad de utilizar las técnicas para producir más alimentos con valor nutricional, de forma amigable y sostenible con el recurso suelo. Una de las biotecnologías modelo es el uso de microorganismos benéficos del suelo, conocidas como biofertilizantes. Los cuales se realizan con bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV). Las cuales viven asociadas en la rizósfera y rizoplano de las plantas, utilizan azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos y vitaminas útiles en el desarrollo de gran cantidad de microorganismos y se encuentran representadas por diversos géneros como: *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Burkholderia*, *Pseudomonas* entre otros, están directa o indirectamente involucradas en la promoción del crecimiento de las plantas, vía producción y secreción de varios reguladores químicos en la cercanía de la raíz. Además, las BPCV facilitan directamente el crecimiento de las plantas con aporte de nitrógeno, fósforo y microelementos, además de modular los niveles de los reguladores del crecimiento vegetal (fitohormonas) e indirectamente por una disminución de los efectos negativos de varios patógenos de plantas como una forma de agentes de biocontrol. México ha participado en el desarrollo de inoculantes microbianos, donde gracias al trabajo de centros de investigación reconocidos a nivel mundial se han desarrollado productos altamente efectivos en diversos cultivos. A nivel nacional, se ha logrado una reducción promedio en el uso de fertilizantes químicos en 50%. Los experimentos de inoculación en semillas se extendieron a otras gramíneas como trigo con cepas de *Azospirillum*, cuyos incrementos significativos sobre el rendimiento de grano fueron de 23% a 63% y de 29% a 43% en los años 1986 y 1987, respectivamente. Estos bioproductos representan una alternativa importante para la producción, disminución de costos y como complemento a un sistema de nutrición vegetal.

**Simposium:** Rizobacterias y micorrizas en la nutrición vegetal.

<sup>1</sup> Laboratorio de Microbiología de Suelos, Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [moises.carcano@correo.buap.mx](mailto:moises.carcano@correo.buap.mx)

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATOS AISLADAS DE RIZÓSFERA DE MAÍZ

David Antonio Moreno-Medina<sup>1</sup>, Antonio Castillo-Gutiérrez<sup>1</sup> y María Eugenia Nuñez-Valdez<sup>2</sup>

### RESUMEN

El fósforo es un macronutriente esencial para los organismos incluyendo las plantas. Su importancia radica en la transferencia de energía (vg. ATP), es parte de estructura celulares (fosfolípidos) y en el metabolismo y señalización. Los microorganismos, desempeñan un papel central en el ciclo del fósforo y convierten las formas insolubles en el suelo en una forma accesible para el crecimiento y la supervivencia de las plantas. El principal mecanismo para la solubilización es la producción de ácidos orgánicos donde las enzimas fosfatasas desempeñan un papel importante en la mineralización del fósforo orgánico en el suelo. Se han clonado y caracterizado varias fosfatasas y se han aislado unos pocos genes implicados en la solubilización de fosfato mineral. Algunos de estos son los relacionados con la expresión/secreción de fosfatasas ácidas (*aepA*, *apo*, *agp*), fosfatasas alcalinas (*nap*, *phoA*), apirinas (*apy*) y los relacionados con la síntesis de ácido glucónico (*mps*, *gabY*). El presente trabajo consistió primeramente en realizar una revisión minuciosa sobre el uso potencial de las PGPR en la agricultura, haciendo énfasis en los aspectos moleculares de la solubilización de fosfatos. Posteriormente se colectaron, aislaron e identificaron rizobacterias con capacidad para solubilizar fosfato. De acuerdo a resultados previos, dichas cepas mostraron la capacidad de solubilizar fosfato tricalcico presente en el medio específico. Las secuencias del *16S RNAr* revelan que *Pseudomonas koreensis*, *P. Japonica*, *P. Lurida*, *P. Guariconensis*, *P. planticola* y *P. brenneri* están presentes en los suelos de cultivos de maíz. Los índices de solubilización obtenidos son relevantes y comparables inclusive con hongos. *P. koreensis* presenta actividad proteasa importante. La mejora en los caracteres del suelo por parte de los microorganismos solubilizadores de fosfato es una ventaja adicional y cuyo uso potencial como biofertilizante debe explotarse.

1 Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc. UAEM. Av. N. Bravo s/n, Parque Industrial Cuautla, Xalostoc, Ayala 62717, Morelos.

2 Centro de Investigación en Dinámica Celular. UAEM. Av. Universidad No. 1001, Col Chamilpa, Cuernavaca 62209, Morelos. eugenia@uaem.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZANTES QUÍMICOS SOBRE EL DESARROLLO FISIOLÓGICO DE UN CULTIVO DE MAÍZ EN CAMPECHE

Alfonso Árciga-Suárez<sup>1</sup>, Karen Dose-Maldonado<sup>1</sup>,  
Cynthia López-Delgado<sup>1</sup> y Milton C. Soto-Barajas<sup>1</sup>

### RESUMEN

El manejo agronómico que requiere el cultivo intensivo de maíz ha implicado un impacto ecológico negativo en la salud del suelo debido al uso indiscriminado de agroquímicos, para mejorar dicha situación una alternativa es el uso de microorganismos que facilitan la captación de nutrientes y proporcionan resistencia al estrés. Se presentan los resultados de un estudio realizado en el rancho Santa Enna, Hopelchén, Campeche, que consistió en evaluar siete tratamientos de fertilización (química: T1, T2, T3; biofertilizantes: T4, T5, T6, T7) sobre la densidad de población de plantas, diámetro del tallo, altura de la planta, altura de la mazorca y rendimiento estimado del maíz híbrido Pioneer W4082. El diseño experimental fue en bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento. Únicamente se observaron diferencias significativas ( $P=0.087$ ) por el tipo de fertilizante en densidad de población, a favor de la fertilización química ( $54,350 \pm 1,432$  plantas/ha), para el resto de las variables no existió diferencia. Comparando los siete tratamientos se detectó diferencia significativa ( $P < 0.001$ ) para la altura a la que se encuentra la mazorca, siendo el T5 (Tec-myc) en el que se desarrolló la mazorca a mayor altura ( $1.433 \pm 0.023$  m). Para el resto de las variables no hubo diferencias significativas, los valores medios fueron  $2.499 \pm 0.008$  m para la altura de la planta,  $2.026 \pm 0.061$  cm para el grosor del tallo, y el rendimiento estimado fue  $4,586.550 \pm 78.431$  kg/ha. Según nuestros resultados y para proteger la salud del suelo se pueden emplear biofertilizantes dosis de fertilización base (T1: 27-69-00) sin afectar el rendimiento de maíz.

**Palabras clave.** Suelos Campeche, maíz híbrido, micorrizas, PGPR, rendimiento.

<sup>1</sup> Laboratorio de Análisis de Agua-Suelo-Planta, Instituto Tecnológico de Chiná. a.arcigas@gmail.com

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CAMBIOS EN LA ABUNDANCIA DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES PRESENTES EN SUELOS AGRÍCOLAS DE TLAXCALA

David Montiel Salero<sup>1</sup> y Eva Segundo-Pedraza<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los hongos micorrízicos arbusculares han sido ampliamente estudiados en los cultivos agrícolas, su función ecológica permite que nutrientes como el fósforo estén disponibles en la rizosfera, adicional a los beneficios que otorga a la planta ante el estrés hídrico y la presencia de patógenos. Sin embargo, son escasos los trabajos referentes al impacto que las prácticas de manejo agrícola tienen sobre estos microorganismos. Por ello, el propósito del presente trabajo fue determinar la riqueza de hongos micorrízicos presentes en suelo bajo prácticas de manejo sustentable. La parcela de estudio se ubica en la comunidad Vicente Guerrero, municipio de Españita, Tlaxcala. En 2017 y 2018 fueron colectadas muestras de suelo; la extracción de esporas micorrízicas se efectuó mediante la técnica de tamizado húmedo y centrifugación en gradiente de sacarosa. Las esporas fueron montadas en laminillas permanentes con diferentes soluciones (alcohol polivinílico-ácido láctico-glicerol (PVL) y PVL con solución de Melzer). La clasificación a nivel género se realizó con base en su morfología. En 2017 fueron encontrados los géneros micorrízicos *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Paraglomus* y *Scutellospora*; en 2018 adicional a los antes mencionados fueron identificadas esporas del género *Entrophospora*. Los géneros que aumentaron su abundancia en 2018 fueron *Entrophospora*, *Gigaspora* y *Glomus*. Al parecer las prácticas implementadas en la parcela afectaron la presencia de especies de los géneros *Acaulospora*, *Paraglomus* y *Scutellospora*. En conclusión, los géneros susceptibles al manejo agrícola implementado en Españita Tlaxcal son especies de los géneros *Acaulospora*, *Paraglomus* y *Scutellospora*.

**Palabras clave:** Sistemas agrícolas, maíz, micorrizas.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Departamento de Producción Agrícola y Animal, Laboratorio de Fitopatología; email: dmontiel@correo.xoc.uam.mx

## CAMBIOS EN LA ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD MICROBIANA ASOCIADA AL CAMBIO DE USO DE LA SUELO EN UN BOSQUE TROPICAL MEXICANO

Dulce Flores-Rentería<sup>1</sup>, I. Sánchez-Gallén<sup>2</sup>, D. Morales-Rojas<sup>2</sup>, J. Larsen<sup>3</sup> y J. Alvarez-Sánchez<sup>2</sup>

### RESUMEN

Los cambios en el uso de suelo tienen efectos importantes en la biota aérea, principalmente al alterar su riqueza y diversidad, así como el funcionamiento del ecosistema. El alcance de estas alteraciones determina el potencial de recuperación de la comunidad microbiana del suelo cuando se restaura la vegetación. El paisaje de la selva tropical Los Tuxtlas en Veracruz, México, ofrece un marco adecuado para probar cómo el cambio de uso de suelo afecta a las comunidades microbianas. Para ello, se analizó el perfil de ácidos grasos de células enteras de la comunidad microbiana y las propiedades fisicoquímicas del suelo, en suelos de cuatro tipos de uso: cultivos, pastizal, bosque secundario y bosque lluvioso tropical primario, y dentro de dos estaciones: secas y lluvias. Veintiocho ácidos grasos fueron extraídos de la comunidad microbiana del suelo. Las propiedades fisicoquímicas del suelo se correlacionaron con la composición de la comunidad microbiana en ambas estaciones. En la estación seca, el pH del suelo se correlacionó con la comunidad microbiana y en la estación lluviosa, el nitrato, la materia orgánica del suelo y la concentración de fósforo disponible. El uso de suelo influyó en los cambios de abundancia de la comunidad microbiana asociados con la variación estacional. La comunidad microbiana en cultivos y pastizales se vio más afectada por la variación estacional en comparación con la del bosque primario y secundario. Además, la comunidad microbiana en el bosque secundario fue similar a la del bosque primario, sin que ninguno de los dos fuera afectado por la estación, lo que indica un buen potencial para la recuperación de las funciones del suelo asociadas con la comunidad microbiana del suelo.

- 1 CONACYT-CINVESTAV Unidad Saltillo. Grupo de Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía. Av. Industria Metalúrgica 1062, Parque Industrial Ramos Arizpe, C.P. 25900, Ramos Arizpe, Coahuila, México.
- 2 Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Circuito exterior, C.P. 04510, Ciudad Universitaria, Mexico City, México.
- 3 Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 27-3, C.P. 58089, Morelia, Michoacán, México.

## CONSECUENCIAS DE LA AGRICULTURA CONVENCIONAL SOBRE POBLACIONES DE MICROORGANISMOS EDÁFICOS EN EL ESTADO DE TLAXCALA

David Montiel Salero<sup>1</sup> y Eva Segundo-Pedraza

### RESUMEN

En los últimos años, se ha creado un parte aguas con relación a los efectos de la agricultura convencional o tradicional, respecto a la novedosa agricultura sustentable. En ambos casos, el fin es la producción de alimentos, sin embargo, la agricultura sustentable busca la preservación del ambiente y el óptimo aprovechamiento de los recursos naturales. En el estado de Tlaxcala y en particular en los municipios de Españaita (agricultura sustentable, sistema milpa) y Calpulalpan (agricultura convencional, monocultivo) se produce maíz para autoconsumo, sin que el factor comercial tenga una influencia directa. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue verificar el efecto de ambas formas de producción sobre las poblaciones de hongos y nematodos presentes en el suelo. En los dos municipios se colectaron muestras de suelo de tres parcelas (agricultura sustentable: El Sabino, Las Hectáreas y El Vergel; agricultura convencional: Los Novillos, El Magueyal y El Pantéon). Para el muestreo se empleó el método de cinco de oros, el suelo se colectó a 20 cm de profundidad, y se depositó en bolsas de polietileno, obteniéndose una muestra compuesta en cada caso, que se mantuvieron en refrigeración a 4°C hasta su análisis. Para el aislamiento de hongos saprofitos y fitoparásitos se empleó papa, dextrosa y agar (PDA), para la extracción de hongos simbióticos se utilizó el método de tamizado húmedo en gradientes de sacarosa y centrifugación y para la extracción de nematodos filiformes saprofitos y fitoparásitos se usó el método combinado de tamizado de Cobb y embudo de Baermann. Todos los ejemplares fueron montados e identificados a nivel de género con apoyo en claves especializadas. Ambos espacios presentaron en el suelo poblaciones de hongos y nematodos con diferencias variables. El sistema sustentable mostró mayor población de hongos saprófitos (55.7%) y simbióticos (52.2%) que el sistema convencional; en la población de nematodos fitoparásitos, esta fue mayor en el sistema convencional (53.9%), aunque las diferencias son mínimas por el momento y bajo las condiciones de Tlaxcala. El impacto y consecuencias de los sistemas de producción de maíz no son tan evidentes entre ambos sistemas de producción, las poblaciones de descomponedores y simbióticos son desfavorecidas por el sistema convencional, pero mínimamente.

**Palabras clave:** sistemas agrícolas, hongos, nematodos y micorrizas

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Departamento de Producción Agrícola y Animal, Laboratorio de Fitopatología; email: dmontiel@correo.xoc.uam.mx



## CONSORCIOS BACTERIANOS PARA LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS

Amparo Mauricio-Gutiérrez<sup>1</sup>, Rosalba Guevara-Avendaño<sup>2</sup>,  
Teresita Jiménez-Salgado<sup>3</sup> y Armando Tapia Hernández<sup>3</sup>

### RESUMEN

El estado de Puebla ocupa el cuarto lugar en derrames de hidrocarburos a nivel nacional. Siendo los municipios de Acatzingo y San Martín Texmelucan los más afectados en derrames de diesel en suelos agrícolas. Para atenuar este daño ambiental, la biorremediación ha sido utilizada. La presente investigación evaluó la aplicación de un consorcio bacteriano endémico integrado por cuatro cepas bacterianas (*Bacillus pumilus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas frederiksbergensis*, y *Azospirillum brasilense*) en suelos agrícolas a nivel microcosmo. Se desarrollaron 48 tratamientos: suelo estéril y no estéril con 24000 ppm de diésel enriquecido con/sin sustrato post-cosecha de *Pleurotus ostreatus*. Fueron ajustados a una relación C:N:P 100:10:1. La humedad se mantuvo entre 23.8-25.6% ± 5.23. Los tratamientos fueron inoculados con el consorcio bacteriano y monocultivos alrededor de 10<sup>8</sup> Ufc mL<sup>-1</sup> e incubados por triplicado a 29 °C por 90 días. Se determinó el diesel residual por CG-FID de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, pH, humedad, población del consorcio bacteriano en medios selectivos, población bacteriana mesofílica en caldo nutritivo por Número Más Probable (NMP), población bacteriana tolerante a diésel en medio mineral por NMP, y la población bacteriana fijadora de nitrógeno en medio Nfb (medio libre de nitrógeno). Los tratamientos con sustrato post-cosecha e inoculados con el consorcio bacteriano mostraron mayor biodegradación de diesel (54 y 49.6 %) en los suelos de Acatzingo y San Martín Texmelucan, Puebla. De acuerdo al análisis de componentes principales la población bacteriana inoculada (0.396) y tolerante a diesel (0.397) están participando en la biodegradación de hidrocarburos (0.479). El resto de las poblaciones bacterianas (mesofílica y fijadora de nitrógeno) no están relacionadas con la biodegradación, sin embargo sus poblaciones son afectadas negativamente por los cambios de pH, humedad y contaminante en el sistema de estudio. Por lo que la bioaumentación y bioestimulación aceleran la degradación de diesel en suelos agrícolas.

1 CONACYT-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias, Centro de Investigación en Ciencias Microbiológicas, Posgrado en Ciencias Ambientales. amg2510@hotmail.com, amauriciogu@conacyt.mx

2 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Biológicas. Licenciatura en Biología.

3 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias, Centro de Investigación en Ciencias Microbiológicas.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CONTROL BIOLÓGICO DE HONGOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS A *Pinus pseudostrobus* PROVENIENTES DEL MUNICIPIO DE OCOTEPEC, PUEBLA

S. López-Santiago<sup>1</sup>, M. Carcaño-Montiel<sup>1</sup>, L. López-Reyes<sup>1</sup> y L. Gómez-Velázquez<sup>1</sup>.

### RESUMEN

El bosque de *Pinus pseudostrobus* se distribuye en varios estados de la República Mexicana, dónde se aprovecha su resina y madera para diversos usos así como su follaje para propósitos ornamentales. En la zona forestal del Municipio de Ocotepc, Puebla se ha detectado la pérdida foliar en el arbolado y se considera que los hongos podrían estar involucrados. El objetivo del presente trabajo fue aislar e identificar a los hongos asociados a la caída foliar y realizar el control biológico en condiciones *in vitro* con bacterias del género *Serratia*. Primeramente se realizó el muestreo de acículas enfermas de árboles de pino procedentes de la zona de estudio. Se sembró en cámara húmeda y en agar de papa y dextrosa. Se detectaron diferentes hongos de los cuales cuatro fueron recurrentes en las lesiones de las acículas recolectadas. La identificación morfológica de los hongos fue por la técnica de microcultivo y por la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), con el análisis de secuencias del gen ITS4 en GenBank. Los hongos fueron: *Alternaria infectoria*, *Pholiota* sp., *Nigrospora hainanensis* y *Myrmaecium rubricosum*. Se realizaron 16 tratamientos para los ensayos de antagonismo *in vitro* con tres cepas bacterianas del género *Serratia* sp. que han demostrado efectos inhibitorios contra hongos de origen agrícola y forestal y una cepa de *Acinetobacter lwoffii* procedente de Ocotepc, Puebla. Se identificó a los agentes causales de la caída foliar y el efecto antagonista de *Serratia* sp. contra tres de los hongos aislados y el efecto de *A. lwoffii* contra *Pholiota* sp. Por lo que las bacterias podrían ser una alternativa para el control biológico de enfermedades en *Pinus pseudostrobus* y de esa forma favorecer a los sectores económico, social y ambiental del municipio de Ocotepc, Puebla.

<sup>1</sup> Laboratorio de Microbiología de Suelos, Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. moises.carcano@correo.buap.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CRECIMIENTO BACTERIANO EN SUELO AGRÍCOLA TRATADO CON BIOSÓLIDOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA

Nayeli Contreras Contreras<sup>1</sup>, Juan Pedro Flores Margez<sup>1</sup>, Pedro Osuna Avila<sup>1</sup> y Baltazar Corral Diaz<sup>1</sup>

### RESUMEN

El tratamiento de aguas residuales en Ciudad Juárez, Chihuahua, tiene un volumen de 114 millones de metros cúbicos tratadas anualmente, lo que genera 270 t lodos residuales por día, es decir 98 550 metros cúbicos de biosólidos digeridos anaeróticamente con 70% de humedad por año. Estos materiales representan una fuente de materia orgánica para usos productivos en suelos agrícolas. El presente estudio tuvo como objetivo el evaluar la actividad bacteriana en suelo agrícola del Valle de Juárez sembrados tradicionalmente con algodón, trigo y sorgo forrajero. El diseño experimental utilizado en invernadero fue completamente al azar y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron 0, 20, 40 y 60 t/ha de biosólidos con base húmeda. Dos técnicas de incubación fueron utilizadas por separado: i) cilindros de aluminio de 5 x 15 cm sin plantas y ii) macetas con 4 kg de suelo sembradas con trigo. Tres muestreos mensuales fueron realizados para la colecta de suelo de manera aleatoria y determinar el crecimiento bacteriano en cajas de Petri con medio de cultivo agar nutritivo Mc Konkey para estos microorganismos. La muestra fue de 10 g de suelo base seco, incubados en periodos de hasta 5 días a 35 °C para el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias. La tendencia observada en las técnicas de incubación y tratamientos fue que la cantidad de UFC de bacterias en suelos aumento conforme se incrementó la dosis de biosólidos. En promedio, las UFC fueron 33, 30 y 54 por gramo de suelo para las dosis evaluadas, respectivamente. Las UFC aumentaron significativamente (0.05) con respecto al control sin biosólidos desde 100% a 6500% en los tratamientos evaluados. La actividad microbiana se incrementa conforme existe mayor disponibilidad de residuo orgánico, lo cual conlleva a un aumento en la descomposición de los biosólidos y por consiguiente mayor liberación de nutrimentos como nitrógeno y fosforo esenciales en la nutrición de plantas.

**Palabras clave:** Bacterias, incubación, lodos residuales, descomposición.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, ICB, Dpto. Químico Biológicas, Cuerpo Académico Sistemas de Producción Agrícola. Autor de contacto: Juflores@uacj.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CUANTIFICACIÓN DE INFECCIÓN MICORRÍZICA ARBUSCULAR COMERCIAL EN CINCO CULTIVOS HORTÍCOLAS CRECIDOS EN CONDICIONES DE INVERNADERO

M. G. Romo- Esparza<sup>1</sup>, S. Youping<sup>2</sup>, G. Niu<sup>2</sup>, J. P. Flores-Margez<sup>1</sup>, B. Corral-Díaz<sup>1</sup> y P. Osuna-Ávila<sup>1\*</sup>

### RESUMEN

La horticultura es considerada una de las actividades agrícolas más redituables para el país. Desgraciadamente, la producción de verduras depende del uso intensivo de fertilizantes químicos que incrementan sus costos de producción y contaminan el ambiente. El fósforo es de gran importancia para la planta ya que es uno de los 17 nutrientes indispensables para su desarrollo. Una de las principales funciones de la micorriza arbuscular es proveer fósforo a la planta debido a que éste elemento es extremadamente inmóvil en el suelo. Esta investigación fue parte de un proyecto realizado en condiciones de invernadero localizado en la Universidad de Texas A&M de El Paso, TX. USA. Para determinar el porcentaje de frecuencia micorrízica se utilizó el método de Trouvelot. Se analizaron cinco hortalizas las cuales fueron inoculadas con cuatro tratamientos combinados (+AMF, + P, +AMF, -P, -AMF, +P y el control). Las plántulas de 20 días de edad fueron micorrizadas con un producto comercial llamado Wildroot. Se realizó un análisis de correlación y regresión lineal en el programa *InfoStat* versión 2018, para comparar las varianzas de los cinco diferentes tipos de especies de hortalizas en los 4 diferentes tratamientos por cultivo. Los valores estadísticos de las raíces teñidas con azul de tripano de la berenjena mostró tendencias con mayor presencia de estructuras arbusculares, seguido del tomate y el chile. En contraste el pepino y la lechuga presentaron los valores más bajos de presencia de arbusculos. Los resultados afirman que los tratamientos micorrizados con y sin fertilizante fosfóricos permitieron la formación de arbusculos. Esto indica que los hongos podrían suministrar éste elemento a las hortalizas estudiadas. Se concluye que el consorcio de micorrizas del producto comercial Wildroot fue capaz de formar estructuras arbusculares aun en suelos fertilizados con fósforo y tiene potencial como bio-fertilizante en los cultivos estudiados.

**Palabras clave:** Micorriza, horticultura, arbusculos.

1 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

\* Autor responsable: posuna@uacj.mx; Calle Plutarco Elías Calles Núm. 1210, Col. Foviste Chamizal, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. CP 32310; Tel. +52(656)-688-1800

2 Texas A&M AgriLife Research and Extension Center at El Paso, Texas A&M University System.

## DEGRADACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE PLUMAS DE AVE CON AYUDA DE BACTERIAS QUERATINOLÍTICAS

L. E. Hernández-Guzmán<sup>1</sup>, M. G. Carcaño-Montiel<sup>1</sup>, L. López-Reyes<sup>1</sup> y E. Portillo-Manzano<sup>1</sup>

### RESUMEN

La avicultura nacional es un campo muy explotado, debido a ello hay un aumento en la cantidad de residuos generados desde la crianza hasta el sacrificio de aves. Las plumas representan del 5% al 10% del peso vivo del ave, por lo que se reportan 9 millones de toneladas a nivel mundial, su lenta degradación se debe a su compleja estructura compuesta de una red tridimensional compacta hecha a base de queratina. Se han descrito bacterias y hongos que producen enzimas queratinolíticas capaces de degradar la estructura de la queratina al actuar sobre los enlaces di-sulfuro. El objetivo del trabajo fue aislar y evaluar bacterias del suelo con actividad queratinolítica para la descomposición de plumas de aves y disminuir los desechos generados en la industria avícola. Se realizó el conteo de la población bacteriana asociada a plumas en diferentes estados de descomposición. Se aislaron 47 bacterias de las cuales 18 presentaron actividad queratinolítica. Tres cepas fueron seleccionadas por su eficiente actividad enzimática para la degradación de plumas *in vitro*. Las cepas fueron identificadas como *Brevundimonas vesicularis*, *Burkholderia cepacia* y una por identificar. Se evaluó la actividad queratinolítica de las bacterias mediante un diseño de bloques al azar donde se aplicaron cuatro tratamientos, un control y *Chryseobacterium indologenes* como cepa testigo. Se mezcló suelo-plumas-bacterias a temperatura y humedad constante y se evaluó con cinco muestreos mensuales. Se observó en todos los tratamientos variación en el pH desde el segundo mes de inoculación con un promedio de pH 4, posiblemente por el rompimiento de puentes disulfuro, la producción de ácidos carbónicos, CO<sub>2</sub>, liberación de N<sub>2</sub> y iones amoníaco, además un aumento en el porcentaje de materia orgánica con respecto del control. El tratamiento con *Chryseobacterium indologenes* fue más eficiente en la degradación biotecnológica de plumas en un periodo de 150 días.

<sup>1</sup> Laboratorio de Microbiología de Suelos, Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. moises.carcano@correo.buap.mx

## DIVERSIDAD DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASOCIADOS A MAÍZ EN SUELOS ÁCIDOS EN MICHOACÁN, MÉXICO

Huerta Ramírez Alejandro<sup>1</sup>, Enríquez Vara Jhony Navat<sup>3</sup>, Rincón Enríquez Gabriel<sup>2</sup>, Quiñones Aguilar Evangelina Esmeralda<sup>2</sup>, Guizar González Cecilia<sup>3</sup>, Lobit Philippe<sup>1</sup>, Gómez Dorantes Nuria<sup>1</sup> y López Pérez Luis<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se ha demostrado que factores edáficos y la alteración del suelo por las prácticas agrícolas pueden afectar la diversidad y densidad de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Por otro lado en el municipio de Epitacio Huerta en Michoacán, se tienen suelos con alta acidez, baja concentración nutrimental y materia orgánica. A estos, se les ha aplicado fertilización química y un manejo agrícola intensivo, con el fin de obtener un mayor rendimiento en el cultivo del maíz, principal cultivo en la región. Las malas prácticas agrícolas de estos suelos, ha ocasionado una alteración a la microbiología nativa. Por lo que, con la finalidad de conocer la diversidad de especies de hongos micorrízicos arbusculares, se realizó un muestreo de suelo en cinco parcelas donde generalmente se cultiva maíz, ubicadas en el municipio de Epitacio Huerta, Michoacán. La selección de los sitios se estableció de acuerdo a diferencias entre sus condiciones edafoclimáticas y de prácticas agrícolas. Se realizó un muestreo de suelos del cual se aislaron esporas de HMA y se identificaron con base en su morfología. Se encontraron nueve especies correspondientes a cinco géneros de HMA. El género con mayor representatividad fue *Acaulospora* con tres especies. *Clareoidoglo mus clarioideum* y *Funneliformis geosporum* se encontraron en el 100 % de los suelos muestreados. *Clareoidoglo mus clarioideum* fue la especie más abundante. El Sitio denominado El Anteojo, que tuvo un descanso previo de un año, y el predio denominado Cecytem, en el cual se realizó una rotación de cultivos maíz-avena, presentaron la mayor abundancia de especies de HMA con cinco. Las condiciones edáficas y prácticas agrícolas condicionan la diversidad y abundancia de esporas nativas de HMA, además las especies encontradas están adaptadas a estas condiciones y podrían resultar benéficas en su simbiosis con cultivos y podrían ser utilizadas como inóculos en el establecimiento de nuevos cultivos.

- 1 Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
- 2 Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.,
- 3 CONACYT- Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EFFECTO POST INCENDIO EN LA ACTIVIDAD Y DIVERSIDAD METABÓLICA MICROBIANA DE UN ANDOSOL EN BOSQUE DE ENCINO

S. Cazares-Esquivel<sup>1\*</sup>, J. J. Almaraz-Suárez<sup>1</sup>, R. Ferrera-Cerrato<sup>1</sup>,  
M. C. Gutierrez-Castorena<sup>1</sup> y R. I. Artega-Garibay<sup>2</sup>

### RESUMEN

El suelo es una matriz viva en la que se llevan a cabo diferentes procesos de gran importancia para los ecosistemas. Al aumentar la temperatura del suelo, como ocurre durante un incendio, los componentes minerales y biológicos sufren cambios y modificaciones, los cuales restringen la recuperación del ecosistema. En 2017 ocurrió un incendio en el Monte Tláloc, en el extremo norte de la Sierra Nevada, el cual devastó 700 ha de encinares. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la actividad y diversidad metabólica microbiana del suelo en un rodal de encino después del incendio en el Monte Tláloc, comparándolo con un suelo similar que no fue alcanzado por el fuego (Control). Algunas propiedades químicas y físicas del suelo fueron igualmente evaluadas. Estas evaluaciones se realizaron tres días, seis y nueve meses después del incendio. La actividad y la diversidad metabólica microbiana disminuyeron dramáticamente tres días después del incendio; sin embargo al paso de seis meses estos valores se elevaron aun por encima de los sitios no incendiados, estabilizándose a los nueve meses. Algunas propiedades del suelo como el contenido de Ca, Mg y materia orgánica fueron fuertemente impactadas por el incendio, mostrando una disminución en los sitios incendiados. El fósforo incrementó al paso de seis meses lo que puede estar relacionado con el aumento en actividad y diversidad metabólica microbianas. Los resultados sugieren que las comunidades microbianas de los andosoles tienen la capacidad de recuperarse en periodos relativamente cortos.

1 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México, México.

\* Autor responsable: cazares.sigrid@colpos.mx; Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. CP 56230. Tel.

2 Centro Nacional de Recursos Genéticos, Tepatitlán, Jalisco, México.

## EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y COMUNIDADES MICROBIANAS DEL SUELO EN ECOSISTEMAS DEL MONTE TLÁLOC, SIERRA NEVADA

J. J. Almaraz Suárez<sup>1\*</sup>, D. Y. Pineda-Mendoza<sup>1</sup>, V. F. Quiroz-Sarmiento<sup>1</sup> y R. I. Arteaga-Garibay<sup>2</sup>

### RESUMEN

La temperatura global aumentará entre 3 °C y 5 °C al final del siglo. Esto conducirá a que la resiliencia de muchos ecosistemas sea rebasada, lo que podría conducir a una alteración del balance entre el carbono que entra vía fotosíntesis y el carbono que sale vía respiración. En el presente trabajo se estudió el efecto de diferentes factores en los flujos de CO<sub>2</sub> y en las comunidades de bacterias de ecosistemas del Monte Tláloc. El estudio se realizó en tres ecosistemas (encino, oyamel y pino) a lo largo del gradiente altitudinal. Se cuantificaron los flujos de CO<sub>2</sub>, se tomaron muestras de suelo y se determinó pH, carbono, nitrógeno y fósforo. Además, se cuantificó caída de hojarasca y se estudió la diversidad bacteriana del suelo usando la secuenciación masiva del gen 16S rARN en la plataforma *Ion Torrent Personal Genome Machine System*. Los resultados obtenidos muestran que entre los factores que regulan las emisiones de CO<sub>2</sub> a lo largo del gradiente altitudinal, la temperatura y el pH del suelo jugaron un papel fundamental. A medida que se hace en altitud los flujos de CO<sub>2</sub> del suelo disminuyeron mientras que la acumulación de carbono en el suelo aumentó. La diversidad de bacterias también disminuyó con la altitud. De los tres ecosistemas estudiados, el bosque de *Pinus hartwegii* es el que tuvo menores emisiones, mayor contenido de carbono del suelo y menor caída de hojarasca, sin embargo, es el que registró las menores temperaturas del suelo.

**Palabras clave:** Comunidades microbianas; gases de efecto de invernadero; ecología de suelos.

1 Área de Microbiología, Programa de Edafología, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. México.

\* Autor responsable: jalmaraz@hotmail.com

2 Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos, Centro Nacional de Recursos Genéticos, INIFAP. Tepatitlán, Jalisco. México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL



I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## IMPACTO DE LA AGRICULTURA SOBRE LA COMUNIDAD DE NEMÁTODOS DEL SUELO EN UNA ZONA SEMIÁRIDA DE MÉXICO

Abbid Hernández-Chimal<sup>1</sup>  
Víctor Manuel Rivera Aguilar<sup>1</sup>

### RESUMEN

Actualmente una de las mayores amenazas de los suelos es la degradación ocasionada por la agricultura. En este sentido, los nemátodos son un grupo de organismos que han sido ampliamente utilizados como bioindicadores del suelo debido a que presentan una alta diversidad taxonómica, abarcan múltiples niveles tróficos y responden diferencialmente a las perturbaciones. Por lo anterior, investigamos el impacto que tiene la agricultura sobre las comunidades de nemátodos en suelos agrícolas (SA), contrastándolo con un suelo adyacente con vegetación nativa (SVN) en el valle de Zapotitlán Salinas, Puebla durante un ciclo agrícola (barbecho, cosecha y poscosecha). La mayor abundancia de nemátodos se encontró en el suelo con vegetación nativa ( $95.3 \pm 8.2$  ind.  $100 \text{ g}^{-1}$  suelo seco) en comparación con el suelo agrícola ( $67.8 \pm 6.8$  ind.  $100 \text{ g}^{-1}$  suelo seco) durante la cosecha. Se registraron un total de 31 géneros de nemátodos (23 en SA y 24 en SVN), ambos tipos de cobertura compartieron 20 de ellos. En SA los géneros más abundantes fueron *Chiloplacus*, *Eucephalobus* y *Aphelenchoides*, estos tres géneros abarcaron el 61% de la abundancia de nemátodos. Por otra parte, en el SVN los géneros con mayor número fueron *Eucephalobus*, *Acrobeles* y *Tylenchorhynchus* que representaron al 44.2% de los individuos. La agricultura redujo la abundancia de nemátodos en mayor medida que la riqueza, lo que disminuyó significativamente la diversidad de nemátodos en los SA con relación al SVN. Las propiedades edáficas más relacionadas con la diversidad fueron la MO, la humedad y la densidad aparente de acuerdo con el análisis multidimensional no métrico.

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, correo: briologo2@hotmail.com

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## IMPACTO DEL USO DE MULCH EN LA CALIDAD DE LOS SUELOS URBANOS COMO SOSTÉN DE LA VEGETACIÓN: UN CASO DE ESTUDIO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Alvarez-Islas Vivian<sup>1</sup>, Cram-Heydrich Silke<sup>1</sup>, Chacalo-Hilú Alicia<sup>2</sup>, Prado-Pano Blanca<sup>3</sup> y Barois-Boullard Isabelle<sup>4</sup>

### RESUMEN

Los principales problemas que enfrentan los árboles urbanos en las áreas verdes de la Ciudad de México están relacionados con las condiciones del sitio. Los suelos urbanos están muy transformados, a menudo tienen bajos contenidos de materia orgánica y poca actividad edáfica. Además, el tránsito humano continuo sobre las áreas verdes provoca compactación del suelo, disminuye su porosidad y reduce la capacidad de aireación y la retención de agua; condiciones esenciales para el crecimiento de los árboles. En este proyecto, se estudió la importancia del uso de mulch en suelos urbanos para mejorar la calidad de las áreas verdes.

Se compararon en áreas verdes dentro del campus de la Universidad Autónoma Metropolitana campus Azcapotzalco en la Ciudad de México, suelos que han recibido mulch durante 5, 10 y 20 años contra suelos sin mulch. Se determinó la porosidad del suelo, la capacidad de retención de agua, se determinaron las propiedades químicas del suelo: pH, conductividad eléctrica y contenido de nutrientes (C, N, P, K, Na, Ca, Mg); se cuantificaron los macroorganismos del suelo, seguido de la identificación de grupos taxonómicos hasta el nivel de orden para insectos y el nivel de morfoespecies para lombrices.

Observamos que el mulch aumentó la capacidad de retención de agua y, en consecuencia, la cantidad de agua disponible para los árboles. El mulch también aumentó la porosidad del suelo mejorando la aireación de las raíces, aumentó la conductividad eléctrica y el contenido de nutrientes. Finalmente, observamos que los suelos debajo de árboles con mulch aumentaron la diversidad de macrofauna más de 100 veces en comparación con los suelos debajo de árboles sin mulch, pero aumentaron solo 10 veces en comparación con los suelos bajo pasto y sin mulch.

Por lo tanto, se puede concluir que en suelos con mulch, las condiciones para el crecimiento de los árboles mejoraron notablemente. Las variables determinadas en este estudio pueden usarse en el futuro como indicadores para monitorear la calidad de los suelos urbanos en la Ciudad de México como sostén de la vegetación.

- 1 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, Investigación Científica, Cd. Universitaria, 04510, CDMX, México.
- 2 Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Azcapotzalco, 02200, CDMX, México.
- 3 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, CDMX, México.
- 4 Red de Ecología Funcional, Instituto de Ecología A.C. (INECOL), Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## LAS RIZOBACTERIAS INVOLUCRADAS EN LA SALUD DE LAS PLANTAS

Lucía López Reyes<sup>1</sup>, Moisés Graciano Carcaño Montiel, Amparo Mauricio Gutiérrez y Leticia Gómez Velázquez

### RESUMEN

La salud de las plantas es importante para mantener la calidad y abundancia de productos agrícolas y forestales. Los hongos son los organismos que se encuentran más involucrados en las enfermedades de las plantas. Más allá de las buenas prácticas agronómicas, hortícolas y forestales, los productores tienden a depender en gran medida de fertilizantes y pesticidas para obtener plantas nutridas y saludables, lo que genera significativamente mejoras en la productividad y calidad de los cultivos. La contaminación ambiental causada por el uso excesivo y el uso indebido de agroquímicos, así como el principio precautorio por parte de algunos productores, ha llevado a cambios considerables hacia sus usos en la agricultura y bosque. Actualmente las investigaciones del manejo de enfermedades han centrado sus esfuerzos en desarrollar productos biotecnológicos alternativos a los productos químicos sintéticos para el control de las enfermedades. La aplicación de rizobacterias involucradas en la salud de las plantas ha logrado mejoras en la nutrición vegetal así como la disminución de la incidencia y la severidad de las enfermedades. Por lo que las alternativas se centran en el control biológico de patógenos a partir del uso de rizobacterias o sus metabolitos secundarios que inhiben el desarrollo de los organismos patógenos. Dentro de ellas se encuentran bacterias que producen enzimas o que participan por la competencia de nutrientes. También existen las que inducen la respuesta sistémica inespecífica de la planta o las que producen compuestos metabólicos capaces de inhibir a los organismos patógenos y de esa forma favorecer la salud de las plantas. Dentro de las bacterias que han mostrado efectos de control biológico son *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Serratia* y *Burkholderia* entre otras, las cuales al ser aisladas del ambiente donde se encuentra la planta enferma son una alternativa prometedora para sus usos extensivos en el campo y bosque.

<sup>1</sup> Laboratorio de Microbiología de Suelos. Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas. Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. lucia.lopez@correo.buap.mx

## MICORRIZAS Y NUTRICIÓN MINERAL EN SUELOS CON PROBLEMAS DE SODICIDAD

C. Loredo-Osti<sup>1</sup>, H. Méndez-Cortés<sup>1</sup>, J. Lara-Mireles<sup>1</sup>, L. González-Sánchez<sup>1</sup>, H. M. Ramírez-Tobías<sup>1</sup> y I. J. González-Acuña<sup>2</sup>

### RESUMEN

En las zonas de riego, la investigación sobre las prácticas de manejo de los suelos agrícolas con problemas de salinidad y sodicidad constituye un paso importante para la definición de estrategias de manejo. En San Luis Potosí, México, el cultivo de chile seco se produce en la región del Altiplano, con una producción de 221 914 ton año<sup>-1</sup>. Esta zona presenta suelos con problemas de sales solubles y sodio, lo cual limita el rendimiento y calidad de fruto. Estudios previos indican la presencia de hongos micorrízicos en estos suelos. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la presencia de micorrizas y su relación con la nutrición mineral de chile guajillo (*Capsicum annuum* L) cultivado en un suelo sódico (pH: 8.6; CE: 2.6; PSI: 17.6) en donde se aplicó en fertirriego la dosis 180-90-00 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, fósforo y potasio en ese orden. Se utilizó chile material VR91. Se probaron cuatro mejoradores de suelo: yeso: 3 t ha<sup>-1</sup>; estiércol, gallinaza y testigo, todos ellos con y sin inoculación con micorriza *Glomus intraradices*. Las variables que se evaluaron fueron: frecuencia e intensidad de colonización micorrízica y contenido de nutrientes en chile. Se utilizó un diseño completo al azar con arreglo factorial 4x2 con tres repeticiones. En las variables de intensidad y colonización micorrízica se encontró que hay diferencia significativa a fechas de corte y mejorador de suelo e inoculación. Con relación a la nutrición mineral, la presencia de micorrizas se relacionó con un mayor contenido de fósforo en tejido vegetal.

**Palabras Clave:** Sodicidad, micorriza, mejorador.

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

## MODIFICACIÓN DE LA MICROBIOTA EDÁFICA POR EL EFECTO FITOTÓXICO DE ATRAZINA Y DE DOS BIOHERBICIDAS

Augusto Esaú López-Vadillo<sup>1</sup>, Milton C. Soto-Barajas<sup>1</sup>, María José Victoria Mora<sup>2</sup>, Blanca Prado Pano<sup>3</sup> y Norma Laura Rodríguez-Ávila<sup>2</sup>

### RESUMEN

En el Laboratorio de Biotecnología Vegetal del Instituto Tecnológico de Chiná se han realizado bioensayos con extractos acuosos de *Metopium brownei* (chechén) y *Viguiera dentata* (tajonal) que presentan naturaleza aleloquímica, y que, podrían utilizarse como herbicidas. El objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios en la microbiota del suelo, por aplicación de distintos bioherbicidas. El experimento se realizó en 2,160 m<sup>2</sup> divididos en 10 parcelas experimentales, cada una tratada por diferentes tratamientos, formulados con los siguientes componentes: agua, Atrazina, extracto acuoso de chechén (*M. brownei*) y extracto acuoso de tajonal (*V. dentata*). Se cuantificó y aisló microorganismo en medios selectivos. A partir de 1 g de suelo (base seca) un pool de muestras al azar en las parcelas experimentales después de las aplicaciones de los tratamientos. Se prepararán diluciones seriales hasta 10<sup>-9</sup> en agua desionizada, para posteriormente transferir 0.1 ml de las diluciones 10<sup>-7</sup> a la 10<sup>-9</sup>, a cajas Petri conteniendo agar nutritivo para aislamiento y conteo de bacterias. Se evaluó el número de bacterias en medios selectivos: para microorganismos celulolíticos (CEL), proteolíticos-amonificantes (PROT), fijadores de N<sub>2</sub> (FBN), y para solubilizadores de fosfato inorgánico (PSM) y orgánico (FIT). Todos los cultivos fueron incubados por 10 días a 25 °C en oscuridad continua, realizándose diariamente el conteo de colonias. Los recuentos bacterianos fueron expresados como UFC/ml. Los recuentos de medios dieron los siguientes resultados en comparación con los demás tratamientos: CEL: Atrazina en su mínima concentración con 1x10<sup>-7</sup> UFC/ ml. PROT: extracto de chechén con 2.8x10<sup>-8</sup> UFC/ ml. FBN: extracto de chechén con Atrazina en su mínima concentración con 1x10<sup>-7</sup> UFC/ml. PSM: extracto de chechén con 1x10<sup>-7</sup> UFC/ ml. FIT: Atrazina con la mínima concentración con 8.7x10<sup>-8</sup> UFC/ ml. Los resultados sugieren que la sinergia de Atrazina y los extractos naturales promueven el aumento de colonias de microorganismos en el suelo.

**Palabras clave.** Atrazina, microorganismos, bioherbicidas.

- 1 Laboratorio de Análisis de Agua-Suelo-Planta – Instituto Tecnológico de Chiná. esa9811395809@gmail.com
- 2 Laboratorio de Biotecnología Vegetal del Instituto Tecnológico de Chiná.
- 3 Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía – Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

## NEMATODOS FILIFORMES PRESENTES EN SUELO AGRÍCOLA BAJO PRÁCTICAS SUSTENTABLES, ESPAÑITA, TLAXCALA

David Montiel Salero<sup>1</sup> y Eva Segundo-Pedraza<sup>1</sup>

### RESUMEN

La comunidad Vicente Guerrero se ubica en el municipio de Españita, Tlaxcala; está fraccionada en nueve zonas; Las Cañadas es una de ellas. Las características del suelo de esta unidad son: pendiente de 1 a 5%, horizonte A de textura arcillo-arenoso, consistencia húmeda a saturado con bajos contenidos de materia orgánica, potasio, calcio y magnesio. La producción de maíz, frijol y calabaza se realiza bajo prácticas de manejo sustentable; se desconoce la diversidad de nematodos existentes en el suelo. El propósito de este trabajo fue describir la población de nematodos filiformes presentes en el suelo mantenido bajo prácticas sustentables. La parcela de estudio se ubica en la zona conocida como Las Cañadas. El muestreo se efectuó antes de la siembra y con la técnica de cinco de oros; de cada punto se colectó suelo de los primeros 30 cm de profundidad. La solución con nematodos se procesó con la técnica combinada de tamizado húmedo y embudo de Baermann; la extracción de nematodos se llevó a cabo a las 24 y 48 h, cada ejemplar fue pescado y colocado en laminillas temporales y con ayuda de un microscopio compuesto se realizó la determinación a nivel de género con base en su morfología (aparato bucal, región esofágica, aparato reproductor y superposición). Los resultados obtenidos revelan la presencia de 22 géneros; la abundancia fue alta en los géneros *Dorylaimus* (28%) y *Helycotylenchus* (12%) y menor al 1% en los géneros *Hirschmanniella*, *Trichodorus*, *Hoplolaimus*, *Radopholus*, *Psilenchus*, *Rotylenchulus*, *Belonolaimus* y *Macropostonia*. La presencia de los géneros *Benololaimus*, *Pratylenchus* y *Rotylenchulus* ha sido considerada de importancia económica debido a los daños que ocasionan en la radícula de las hortalizas; el maíz es el principal cultivo en el estado y a nivel nacional, sin embargo, suele asociarse a calabaza, frijol o bien rotarse con tomate de cascara. Con base en sus hábitos alimenticios, la población fue clasificada en herbívoros (59%), omnívoros (28%), bacteriófagos (8%) y depredadores (5%). La diversidad de nematodos es alta con dominancia de géneros nocivos para el cultivo.

**Palabras clave:** sistema milpa, herbívoros, maíz, calabaza

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Departamento de Producción Agrícola y Animal, Laboratorio de Fitopatología; email: dmontiel@correo.xoc.uam.mx

## OBTENCIÓN DE COMPOSTA DE BIOSÓLIDOS PARA LA AGRICULTURA

J. V. Tamaríz Fores<sup>1\*</sup>, A. Niño Lozano<sup>2</sup>, R. Castelán Vega<sup>1</sup>, V. Maldonado<sup>2</sup> y D. Navarrete<sup>2</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo conocer la calidad de la composta obtenida, de los biosólidos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y una mezcla de distintos materiales orgánicos que se obtuvieron de los jardines públicos y analizar su efecto en los rendimientos en algunos cultivos. De esta manera se mejorará la calidad de los suelos que han sido degradados por la actividad agrícola y otras acciones antropogénicas cercanos a la capital de Puebla. Se construyeron pilas de: 2 mts de ancho, 1 m de alto y 3.5 m de largo, colocándose 9 m<sup>3</sup> de biosólidos, se mezcló en una relación 2:1. Con exposición al viento y cubierta plástica o sombreado, periódicamente se estuvieron manipulando las pilas mediante traspaleo o volteo para airearlas, esta fase es la parte aerobia que duró 3 meses. La fase anaerobia consiste en el incremento de la temperatura y mezclado con residuales orgánicos, y se cubrieron por un periodo de 2 meses, esta etapa es la parte estática y sin movimiento hasta lograr su maduración o estabilidad. Las características de la composta resultante más importantes fueron: incremento del pH de 5.5 a 7.0; % de Humedad de 85 a 8; % de M.O. 15.8 a 34; de un olor fuerte desagradable a agradable; porosidad de baja a alta. La composta obtenida se aplicó en un cultivo de avena roja en condiciones de temporal incrementando el rendimiento en un 35 % durante el ciclo P/V del 2018 en la localidad de Tepeaca, Puebla, así como el contenido proteico en un 50%. Podemos concluir que el biosólido composteado puede aplicarse en diferentes tipos de cultivos debido a que su contenido de %Humedad, %Materia Orgánica y excelente pH, se encuentran dentro del rango de composta excelente, mejorando la calidad del suelo y cultivos.

1 Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas DICA-ICUAP, BUAP, Puebla.

\* e-mail: jose.tamariz@correo.buap.mx

2 Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Avenida 18 Sur, Colonia San Manuel, Puebla, México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## PERFIL METABOLÓMICO DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON LA MICROBIOLOGÍA DEL SUELO

Oscar Fernandez-Fernandez<sup>1</sup>, José Juan Ordaz-Ortiz<sup>2</sup> y David Gómez-Zepeda<sup>2</sup>

### RESUMEN

El suelo es un elemento fundamental de cualquier ecosistema terrestre. La llegada de las ciencias ómicas al estudio del suelo; ha permitido entender mejor la biología del suelo. Destaca la metabolómica que se define como el estudio de compuestos o metabolitos de bajo peso molecular (80-1500 Da), que produce un organismo (bacteria, hongo, planta, animal). Aunque el suelo no posee vida perse, si alberga una gran cantidad de formas de vida que interaccionan entre si. Como resultado de esta interacción, incluida la cadena trófica y la descomposición de la materia orgánica, el suelo alberga una gran cantidad de metabolitos que se unen a las arcillas y sustancias húmicas del suelo, lo que ayuda a su conservación. El perfil metabolómico del suelo es un indicador de rápida respuesta a distintos cambios ambientales. El presente trabajo consistió en realizar un perfil metabolómico de suelos regados con aguas residuales provenientes del Valle del Mezquital, Hidalgo. Se analizaron tres tipos de suelos (vertisoles, feozems y leptosoles); los cuales se analizaron en un tándem UPLC-Q-ToF-MS, con ESI (modo positivo y negativo). En ESI+ se detectaron 217 compuestos, y en ESI- 564. Se realizo un Análisis de Varianza de dos vías (p-value=0.05), resultando significativos 95 compuestos en ESI+ y 126 en ESI-. El análisis de componente principal (PCA) muestra agrupamientos por tipo de suelo y de agua utilizada en el riego, dentro de las agrupaciones las muestras de aguas negras muestran mayor varianza comparadas con los suelos de aguas blancas. Por lo cual, el perfil metabolómico de un suelo puede servir como indicador de la actividad microbiana del suelo y la influencia de los cambios en el ambiente sobre el microbioma edáfico.

1 Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

2 Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV).



## PROPIEDADES DEL SUELO Y MESOFAUNA EDÁFICA EN REFORESTACIONES Y UN ÁREA CON VEGETACIÓN NATIVA EN LA CUENCA DEL RÍO CHAPINGO

Y. Juárez-Santos<sup>1\*</sup>, E. Ojeda-Trejo<sup>1</sup>, I. Díaz-Aguilar<sup>1</sup> y D. S. Fernández Reynoso<sup>2</sup>

### RESUMEN

Uno de los objetivos del Plan Lago de Texcoco de 1973 fue la rehabilitación de áreas degradadas con presencia de tepetates, mediante reforestaciones con diferentes especies forestales. Se han realizado pocos estudios donde se evalúe el efecto que ha tenido el establecimiento de diferentes especies forestales sobre las propiedades del suelo y la diversidad biológica del mismo. Por tanto, se realizó un estudio en la cuenca del Río Chapingo, en donde se evaluó la influencia de las plantaciones de *Eucalipto globulus*, *Cupressus lindleyi*, *Pinus montezumae*, *Pinus radiata*, y vegetación nativa (*Quercus rugosa*), sobre las propiedades del suelo formado a partir de tepetates y la mesofauna presente. Se describieron perfiles de suelo por cada tipo de vegetación y se realizaron análisis fisicoquímicos de muestras compuestas de suelo y se identificó a nivel de orden y suborden la mesofauna (colémbolos y ácaros) presente en el horizonte orgánico. La especie reforestada fue un factor importante en el desarrollo la capa superficial del perfil del suelo, el que acumulo mayor cantidad de materia orgánica fue *C. lindleyi*; los suelos de *E. globulus* y *P. montezumae* presentaron pH ácidos, bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno; en *P. radiata* los suelos fueron alcalinos con alto un contenido de carbonatos. En cuanto a la biodiversidad, en *P. montezumae* fueron encontradas las más altas abundancias de ácaros oribátidos y colémbolos poduromorfos; en *P. radiata* los colémbolos entomobriomorfas y los ácaros endeostigmatas fueron muy abundantes; en *C. lindleyi* y *E. globulus* se observaron abundancias similares de colémbolos entomobriomorfas y ácaros oribatidos y prostigmatas. La vegetación natural presento características físicas, químicas y biológicas muy diferentes a las de las reforestaciones; lo anterior indica que el tipo de vegetación influye de forma diferente en las propiedades físico-químicas y en la diversidad de la mesofauna de los suelos reforestados.

**Palabras clave:** Tepetates; Rehabilitación; Plantaciones; Acari; Collembola.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Postgrado en Edafología, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México, México.

\* Autor responsable: juarez.yaneth@colpos.mx; Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. CP 56230. Tel. +6141063440

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Postgrado en Hidrociencias, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México, México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## RESPUESTA FÚNGICA EN LA DESCOMPOSICIÓN DE BIOSÓLIDOS EN SUELO AGRÍCOLA DEL NORTE DE CHIHUAHUA

Laura Vianney Castillo Vazquez<sup>1</sup>, Juan Pedro Flores Margez<sup>1</sup>,  
Pedro Osuna Avila<sup>1</sup> y Baltazar Corral Diaz<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los lodos residuales o biosólidos de las plantas de tratamiento de aguas negras urbanas tienen enorme potencial para usos productivos en suelos agrícolas, ya que incrementan el contenido de materia orgánica, la fertilidad y la retención de agua en el suelo. El objetivo del estudio consistió en determinar la actividad fúngica en suelo agrícola tratado con cuatro dosis de biosólidos de digestión anaeróbica en condiciones de invernadero. El diseño experimental fue completamente al azar y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron 0, 20, 40 y 60 t/ha de biosólidos que contenían 70% de humedad. Dos ensayos se llevaron a cabo al utilizar diferentes técnicas de incubación por separado de la mezcla suelo:biosólido: a) cilindros de aluminio de 5 x 15 cm sin plantas y b) macetas con 4 kg de suelo sembradas con trigo, es decir con y sin actividad radicular. Se realizaron muestreos de suelos mensuales para determinar el crecimiento de hongos en cajas de Petri con agar papa dextrosa, con 10 g de suelo en base seco, incubados en periodos de 3 a 5 días a 35 °C para el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC). Los resultados mostraron que a mayor dilución ( $10^{-2}$  a  $10^{-4}$ ) la cantidad de UFC de hongos disminuyó, lo cual confirma la efectividad del método de muestreo e incubación. La cantidad de UFC se redujo significativamente ( $p < 0.05$ ) conforme aumentó la dosis de biosólidos. El porcentaje de aumento de UFC fue de 98%, 61% y 39% con respecto al control en macetas y cilindros para las dosis de 20, 40 y 60 t/ha. Esta tendencia indica que la actividad fúngica fue mayor en la dosis de 20 t/ha, lo que se traduce en mayor mineralización de la materia orgánica aportada por los biosólidos. La actividad fúngica reportada es relevante para entender la vida microbiana del suelo en sistemas productivos con abonos orgánicos.

**Palabras clave:** Hongos, lodos residuales, mineralización, incubación.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, ICB, Dpto. Químico Biológicas, Cuerpo Académico Sistemas de Producción Agrícola. Autor de contacto: Juflores@uacj.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## II. Relación suelo-clima-biota

Nutrición vegetal

## AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO A PARTIR DE SUELO AGRÍCOLA

Erika López-Sánchez<sup>1\*</sup>, Eduardo González-Flores<sup>1</sup>, Odilón Vázquez-Cuchillo<sup>1</sup> y Ricardo Morales Juárez<sup>1</sup>

### RESUMEN

El fósforo es un nutriente vital para el crecimiento de las plantas, se encuentra en todas las células vegetales vivas, es el menos móvil y disponible para las plantas en la mayoría de las condiciones del suelo. Una pequeña fracción del fósforo total se encuentra disuelta en la solución del suelo para que la planta la pueda absorber en cualquier momento. La forma tradicional de reabastecer el fósforo de los suelos agrícolas es aplicando fertilizantes químicos, éstos constantemente perjudican los agroecosistemas, impactando ambientalmente el suelo y los cuerpos de agua. Una alternativa sustentable para aprovechar el fósforo no disponible acumulado en el suelo y convertirlo a formas solubles, es utilizar microorganismos del suelo que sean capaces de transformar fósforo insoluble en formas solubles. El objetivo de esta investigación fue aislar microorganismos solubilizadores de fósforo en suelos agrícolas. Se recolectaron y analizaron muestras de suelos agrícolas de la región de Libres-Serdán. Para la preparación de las muestras se tomó 1g de muestra, en 10 ml de NaCl estéril al 0.9%, agitar durante 30 min e inocular en cajas Petri, por el método de estría simple, en medio nutritivo Mueller-Hinton, incubar a 32°C por 24 hrs. Las colonias que presentaron forma redonda e independiente se sembraron en placas de medio nutritivo Mueller Hinton, a 32°C durante 24 hrs. Para confirmar la presencia de bacterias solubilizadoras de fosfato, se sembró en placas de medio selectivo NBRIP, a 32°C durante 48 hrs, se seleccionaron las bacterias que mostraron actividad solubilizadora de fosfato la cual se ve representada por el vire de color. En microscopio se observó que los microorganismos solubilizadores de fósforo son bacilos.

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla.

\* erilosa@hotmail.com

## CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE SUSTRATOS ENRIQUECIDOS CON COMPOSTA Y MINERALES

Víctor Manuel Montoya Jasso<sup>1</sup>, Víctor Manuel Ordaz Chaparro<sup>1</sup>, Alejandrina Ruiz Bello<sup>1</sup>, Gerardo Sergio Benedicto Valdés<sup>1</sup> y Jesús Manuel Arreola Tostado<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los sustratos representan un componente importante en los sistemas hidropónicos de diversos cultivos con interés agronómico. El objetivo del estudio fue evaluar mezclas de sustratos con adición de composta y mezcla mineral de zeolita-dolomita que permitan mejorar las características físicas y químicas de los sustratos para la producción de *Capsicum pubescens*. Se utilizó un sustrato base de tezontle y aserrín (1:2) al cual se aplicó composta (1:2:2), 50 y 100% de K en Solución Steiner y tres niveles (0, 40 y 80 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup>) de mezcla mineral generando 12 tratamientos, establecidos en parcelas divididas. Se evaluó el efecto de estos tratamientos en las propiedades físicas y químicas de los sustratos: densidad aparente, retención de humedad, granulometría, porosidad, pH, CE, contenido de MO y relación C/N, así como la CIC y contenido nutrimental. La densidad aparente, retención de humedad y porosidad estuvieron dentro de los rangos propuestos por De Boodt & Verdonck (1974) y Ansorena (1994) sin ser afectadas significativamente. La granulometría, aunque hubo diferencias entre tratamientos, los diámetros se ajustan a los establecidos por Lemaire (1997). El pH no fue afectado por los tratamientos mientras que la CE incrementó significativamente por la composta; el contenido de MO fue menor en los sustratos con la mezcla mineral. Estos parámetros se encuentran dentro de los rangos para sustratos definidos por Todd *et al.*, (2000). La relación C/N de los tratamientos con composta fue menor debido a la descomposición y liberación de N. La CIC fue mayor en los sustratos con composta esto favoreció la retención de nutrientes disponibles en el sustrato y el incremento de los mismos en el tejido vegetal. Los resultados muestran que las propiedades de los sustratos evaluados son similares a los propuestos por otros autores. La adición de composta mejoró las características de los sustratos.

<sup>1</sup> Colegio de Posgraduados.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EFFECTO DE BIORENACE 360 SOBRE EL CRECIMIENTO Y EL RENDIMIENTO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) BAJO TEMPORAL

Samuel Sánchez Domínguez<sup>1</sup> y Raúl Ayanegui Méndez<sup>2</sup>

### RESUMEN

En años recientes se ha puesto de moda el uso de muchos productos mejoradores del suelo y la nutrición de plantas, de origen orgánico. Con el propósito de evaluar la efectividad biológica de uno de ellos, en 2018 se sembró un lote de maíz, en Chapingo Edomex, al que se le aplicó Biorenace, fertilizante de origen orgánico, que la empresa que lo produce desea registrar ante la SEDUE, para su comercialización. Se evaluaron cuatro tratamientos: To: testigo absoluto, sin ninguna aplicación; Ti: aplicación en drench de Biorenace, 20 L ha<sup>-1</sup> en la siembra, 20 L en V3 y 20 L en V6; T2: 10 L de Biorenace en la siembra, 10 L en V3 y 10 L foliarmente, en V6, y T3: aplicación de 20 L en drench en V3, y 20 L foliarmente en V6. Los resultados de las variables de crecimiento y rendimiento fueron sometidos a análisis de varianza. Se encontró que: Los tratamiento Ti, T2 y T3 duplicaron el volumen de las raíces; lo mismo sucedió para altura de planta, longitud y ancho de hoja, ya que el testigo fue superado por los tres tratamientos. En variables de rendimiento se observó que en todas no se presentó diferencia estadística entre tratamientos. Sin embargo, el rendimiento de mazorcas secas y grano seco, fueron mayores con el tratamiento 1, en el que se aplicó Biorenace en tres ocasiones a una dosis total de 60 L ha<sup>-1</sup>. La aplicación de 30 litros, solo igualó al testigo. Biorenace 360, a 60 L ha<sup>-1</sup>, parece que si puede registrarse.

**Palabras clave:** maíz, fertilizante orgánico, evaluación.

<sup>1</sup> Profesor-investigador, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

<sup>2</sup> Ayudante de investigación CAEUACH. Universidad Autónoma Chapingo

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EL BALANCE POTASIO:CALCIO ÓPTIMO ES INDEPENDIENTE DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN TOMATE DE INVERNADERO EN SISTEMAS DE CULTIVO SIN SUELO

Luis A. Valdez-Aguilar<sup>1</sup>, Emilio Rascón-Alvarado<sup>2</sup>,  
Fidel Maximiliano Peña-Ramos<sup>2</sup> y José Antonio González-Fuentes<sup>1</sup>

### RESUMEN

La producción de tomate de alta calidad y rendimiento es de interés para los productores de invernadero. El potasio (K) y el calcio (Ca) se han asociado con la calidad del fruto. El presente estudio determinó el efecto del balance entre K y Ca y la conductividad eléctrica (CE) sobre el rendimiento y la calidad del tomate. Las plantas se nutrieron con soluciones nutritivas con un balance  $K_{ext}:Ca_{ext}$  de 0.54 a 1.22 y de 0.69 a 1.44, y con una CE de  $2.3 \pm 0.1$  y  $2.7 \pm 0.1$   $dSm^{-1}$ , respectivamente. El balance óptimo para el rendimiento fue de 0.82 a 0.85 combinado con baja CE. El alto rendimiento se asoció con una alta concentración de K ( $K_{int}$ ) ( $\sim 200$   $mmol\ Kg^{-1}$ ). Una alta CE aumentó la firmeza cuando el balance fue  $\leq 1.00$ , siendo 0.85 el óptimo; la firmeza se correlacionó con  $Ca_{int}$  cuando la CE fue de  $2.3$   $dSm^{-1}$ , sin embargo, a  $2.7$   $dSm^{-1}$ , el  $K_{ext}$  tuvo un papel importante ya que este aumentó la firmeza e intensificar el efecto de  $Ca_{ext}$ . Un alto valor de  $a^*$  se asociaron con el contenido de licopeno y uniformidad en la maduración del fruto cuando el balance fue de 0.82 y 1.00 a CE baja y alta, respectivamente. Los valores más altos de  $a^*$  se observaron cuando el  $K_{int}$  en frutos fue de  $\sim 200$   $mmol\ Kg^{-1}$ , mientras que 91 a 130  $mmol\ Kg^{-1}$  se asociaron con valores más bajos de  $a^*$ . Los frutos contenían almidón más alto (+20%), total (+12%) y azúcares reductores (+29%) cuando la CE fue más alta. Se concluye que el balance óptimo de K y Ca, 0.82 a 0.85, es independiente de la CE, y esto se asoció con un alto rendimiento y firmeza, un color de fruta más rojo y uniforme, y una mayor concentración de licopeno y azúcar.

1 Departamento de Horticultura.

2 Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 25315.

## EL BALANCE Y CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO AFECTAN EL CRECIMIENTO Y ESTATUS NUTRIMENTAL EN LISIANTHUS CULTIVADOS EN SISTEMAS SIN SUELO

Daniela Alvarado-Camarillo<sup>1</sup>, Ana María Castillo-González<sup>1</sup>, Emilio Rascón-Alvarado<sup>2</sup>, Fidel Maximiliano Peña-Ramos<sup>3</sup> y José Antonio González-Fuentes<sup>3</sup>

### RESUMEN

El balance entre nitrógeno (N) y potasio (K) es el equilibrio más estudiado en plantas ornamentales, sin embargo, en lisianthus no hay estudios para determinar el equilibrio y la concentración óptimos de estos elementos. En el presente estudio se evaluó el efecto de tres balances de N/K: 1.43, 2.14 y 4.29 variando la concentración de N y K en la solución nutritiva en lisianthus cultivado en tezontle. Las plantas con un balance de 2.14 exhibieron mayor altura y peso seco del tallo que aquellas con 4.29, y un mayor conteo de botones florales y peso seco total que aquellas con 1.43 o 4.29. No obstante, tanto el balance como la concentración de N y K fueron importantes ya que las plantas nutridas con un balance de 2.14 mostraron mayor biomasa cuando el N se redujo de 15 a 9 meq L<sup>-1</sup> y K de 7 a 4.2 meq L<sup>-1</sup>, lo que sugiere que lisianthus no exige altos niveles de estos nutrimentos. El aumento de la concentración de N en la parte aérea se asoció con una mayor concentración de P y Mg. En general, la concentración de P, Ca y Mg en los tejidos vegetales no fueron afectados por el balance N/K, sin embargo, las concentraciones internas de P y Mg se correlacionaron positivamente con el peso seco de la parte aérea. La concentración de K en la parte aérea aumentó significativamente cuando el balance disminuyó, lo que estuvo relacionado con una concentración más alta de K cuando disminuyó el equilibrio N/K. Se concluye que el balance N/K óptimo para lisianthus es 2.14, sin embargo, hubo un efecto de concentración con soluciones que contenían este equilibrio ya que una concentración de N y K de 9 y 4.2 meq L<sup>-1</sup> resultó en plantas de mayor peso seco.

1 Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. México Texcoco km 38.5 Chapingo, México

2 Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 25315.

3 Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 25315.



## ESTATUS NUTRIMENTAL EN ÁRBOLES DE AGUACATE 'HASS' CON DIFERENTE MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN

R. García-Martínez, J. I. Cortés-Flores, A. López-Jiménez, J. D. Etchevers y J. A. Carrillo-Salazar

### RESUMEN

El Estado de México ocupa el tercer lugar en producción de aguacate (*Persea americana* Mill) 'Hass' en el país, sin embargo, la inadecuada nutrición de los árboles ocasiona que los rendimientos sean bajos (6-8 Mg ha<sup>-1</sup>). El análisis del tejido vegetal nos permite diagnosticar el estado nutricional de la planta (Römheld, 2012) y generar recomendaciones de fertilización. Por ello, el objetivo del estudio fue determinar el estado nutrimental en árboles de aguacate 'Hass' en huertos con distinto manejo de la fertilización. Se analizaron 2 huertos de 8 años. El primero se localiza en el municipio de Villa de Allende, ha recibido escasa fertilización y es de temporal. El segundo, se ubica en Valle de Bravo, ha recibido fertilización orgánica (50 kg de composta/año/árbol) y cuenta con riego de auxilio y temporal. En cada huerto se muestrearon 36 árboles y se conformó una muestra compuesta. El muestreo foliar se realizó de acuerdo con el procedimiento reportado por Salazar-García y Lazcano-Ferrat (1999). El análisis incluyó: N, P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> y Mn<sup>2+</sup>, S, y B. El diagnóstico se realizó mediante el Índice de Balance de Kenworthy (Kenworthy, 1973). Para los elementos, se utilizaron valores estándar y coeficientes de variación reportados en la literatura para aguacate 'Hass'. Los árboles de Valle de Bravo presentaron niveles normales de N, P, K y Ca; Mg y Fe se encontraron arriba de lo normal; y S, Cu, Zn, Mn y B, en escasez. Los árboles de Villa de Allende presentaron niveles normales de N, P, Ca, Mg, Fe, Cu y Mn, y escasez de S, Zn y B. Comparado con Villa de Allende (6 Mg ha<sup>-1</sup>), el mejor rendimiento de fruto en Valle de Bravo (8 Mg/ha) se atribuyó al mejor estado nutrimental de los árboles.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EVALUACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS DE LEONARDITA, TÉ DE COMPOSTA Y LIXIVIADO DE VERMICOMPOSTA EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA DE *Moringa oleifera* (Lam.)

Flavio Enrique Castillo Torres<sup>1</sup>, Emilio Olivares Sáenz<sup>2\*</sup>,  
Fernando de Jesús Carballo Méndez<sup>2</sup> y Rigoberto E. Vázquez Alvarado<sup>2</sup>

### RESUMEN

La fertilización química es uno de los insumos más costosos en la producción de cultivos. En un ambiente de sustentabilidad se debe optar por reducir el volumen y número de aplicaciones de este tipo de fertilizantes. El objetivo de del presente trabajo fue evaluar tres fertilizantes orgánicos. El experimento se llevó a cabo en la Facultad de Agronomía de la UANL. Los fertilizantes orgánicos evaluados fueron: ácidos húmicos de leonardita (T2), té de vermicomposta (T3) y lixiviado de vermicomposta (T4). El té de composta fue obtenido en un contenedor de 200 L, al que se le agregó agua, melaza y una bolsa suspendida con vermicomposta; el lixiviado de vermicomposta se obtuvo del proceso para obtener vermicomposta; los ácidos húmicos de leonardita se obtuvieron tratando el material con KOH. Semillas de moringa fueron sembradas en charolas de poliestireno, en donde se aplicaron los tratamientos aunado a un testigo (T1). El diseño experimental fue completamente al azar con unidades experimentales de 30 plantas. Las variables evaluadas fueron emergencia, uniformidad, supervivencia, altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas unidades SPAD y peso seco de raíz, tallo y hojas. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos para emergencia, número de hojas, peso de tallos y de hojas. Para días a emergencia, el T4 fue superior a T1 y T2, para el número de hojas el tratamiento T3 fue superior a T1 y T2, para el peso de tallos el tratamiento T4 fue superior al T1 y para el peso de hojas el tratamiento T4 fue superior a T2 y T3. En general el orden de respuesta de las plantas a la aplicación de los tratamientos fue T4>T3>T2>T1. El lixiviado de vermicomposta resultó con los mayores pesos de tallo y hoja, por lo que se concluye que para la producción de planta puede utilizarse este material debidamente esterilizado.

1 Estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo

2 Profesores de la Facultad de Agronomía de la UANL

\* emolivares@gmail.com

## EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DIAGNÓSTICO DEL ESTATUS DE NITRÓGENO EN MAÍZ

E. E. Roacho<sup>1</sup>, J. D. Etchevers<sup>1</sup>, J. Z. Castellanos<sup>2</sup>

### RESUMEN

El análisis químico de tejido foliar es una herramienta de diagnóstico nutrimental que presenta varios obstáculos para su uso en la agricultura actual. En el caso de N existen métodos de diagnóstico nutrimental, semicuantitativos, de costo intermedio, para la toma de decisiones rápidas sobre la fertilización. Los objetivos del trabajo fueron; Evaluar diferentes métodos para predecir rendimiento de grano, y obtener curvas de los valores relativos de cada método durante etapas vegetativas del maíz (V4-R1). Se condujo un experimento en campo con maíz y dosis crecientes de N (0, 120, 240, 360, 480) bajo un DEBA con 5 repeticiones. Los muestreos se iniciaron en la etapa fenológica V4 y continuaron cada dos etapas hasta R1. Las variables cuantificadas fueron: N-NO<sub>3</sub> de jugo celular (JC) de hoja recientemente madura (HRM), N-NO<sub>3</sub> de JC de base de tallo (BT), ambas cuantificadas mediante equipos portátiles de respuesta electroquímica (EP), N-NO<sub>3</sub> de la materia seca (MS) de BT, índice de diferencia normalizada (NDVI), unidades SPAD. Las diferencia mínima significativa (DMS) de N-NO<sub>3</sub> de NC de HRM fue menor conforme el ciclo avanzó, en V4 fue de 1399 mg·L<sup>-1</sup> y al final en R1 la DMS fue de 68 mg·L<sup>-1</sup>. La variable respuesta NDVI no presento variación en su DMS a los largo del ciclo vegetativo (V7-R1), este valor fue de entre 3.31 y 3.51. Las siguientes variables mostraron una tendencia a aumentar sus DMS conforme avanzó el ciclo; En el caso de los valores SPAD las DMS en V7 fue de 6.4 mientras que para R1 fue de 11.2; finalmente en el N-NO<sub>3</sub> de MS de BT las DMS en V7 fue de 211 mg·L<sup>-1</sup> y para R1 fue 548 mg·L<sup>-1</sup>. Todos los métodos de diagnóstico en al menos un muestreo, a los largo del ciclo vegetativo, se asoció significativamente (p-valor <0.05) con el rendimiento de grano cosechado.

1 Colegio de Postgraduados

2 Instituto Tecnológico de Roque

## FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y BIOFERTILIZACIÓN DE LA JAMAICA (*Hibiscus sabdarifa* L.)

Samuel Sánchez Domínguez<sup>1</sup> y Ricardo González Sánchez<sup>2</sup>

### RESUMEN

En México, la jamaica es cultivada mayoritariamente en los estados de Guerrero y Oaxaca, usando tecnología muy tradicional que no incluye la fertilización edáfica, con sales minerales. Así, el rendimiento de cálices secos, que es la parte comestible, usados para preparar bebidas refrescantes, es bajo, y no supera una tonelada por hectárea. Con el propósito de mejorar la tecnología regional e incrementar los rendimientos de cálices secos, se planteó este experimento, cuyos resultados se dan a conocer en esta comunicación.

El experimento se llevó a cabo en Santiago, Tetepec, Oaxaca en 2012. Esta localidad pertenece a la Costa de Oaxaca, donde predomina un clima de trópico subhúmedo, con una lluvia de 1000 a 2200 mm. Su clima de acuerdo a Koppen se abrevia como Aw<sub>o</sub>. El ensayo se hizo en una parcela con un suelo Cambisol, de un agricultor cooperante. Incluyó doce tratamientos, producto de la combinación y dosis distintas de guano, lombricomposta, micorrizas, Azospirillum, y un testigo o control. La parcela experimental consistió de 5 surcos, de 5 m. Solo los tres centrales se usaron como parcela útil. Al final el ciclo biológico, se midió el rendimiento de cálices secos y algunos de sus componentes. Todas las variables registradas fueron sometidas a análisis de varianza convencional, usando el paquete estadísticos de SAS

Los principales resultados obtenidos indican que hubo diferencias estadísticas significativas, entre los doce tratamientos en: materia seca de planta sin semilla, número de ramas por planta, altura de planta, rendimiento de cálices secos, tanto por planta, como por hectárea. No hubo diferencias en: número de frutos (flores) y en número de ramas productivas. Los tratamientos que indujeron mayor rendimiento de cálices secos por hectárea fueron: el 3, que involucró 3 t ha<sup>-1</sup> de lombricomposta, que indujo la producción de 909 kg ha<sup>-1</sup>. El segundo mejor tratamiento fue el 2 (1 t ha<sup>-1</sup> de lombricomposta), que produjo 737 kg ha<sup>-1</sup>, de cálices. El peor tratamiento fue la aplicación de 4 l ha<sup>-1</sup> de guano, en la raíz y 2 l ha<sup>-1</sup> foliarmente. Solo produjo 521 kg ha<sup>-1</sup>, contra 647, del testigo. El número de flores o frutos por planta no fue afectado positivamente por ningún tratamiento, lo que parece indicar que ese carácter está controlado bajo una influencia genética alta. La combinación de micorrizas y Azospirillum, no destacó dentro de los mejores tratamientos, y sus resultados indicaron rendimientos de cálices, intermedios.

En conclusión, el mejor tratamiento, fue la aplicación de 3 t ha<sup>-1</sup> de lombricomposta. En caso de limitantes económicas, se pueden aplicar solo 1 tonelada por hectárea.

- 1 Profesor e investigador, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo Edomex. C.P 56140; sandomsamuel28@gmail.com.
- 2 Graduado del Departamento de Fitotecnia, UACH, en 2017

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## FITOTOXICIDAD DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS LÍQUIDOS EN LA GERMINACIÓN DE ALHELÍ, ACELGA Y LECHUGA

Javier Cruz-Hernández<sup>1\*</sup> y Patricia Acevedo-Alcalá<sup>1</sup>

### RESUMEN

En Puebla el alhelí es una flor de corte que se cultiva principalmente en condiciones de secano y genera excelentes ingresos económicos para los productores, pero se carece de un plan de fertilización orgánica para ésta especie y en particular no se dispone de información referente a la respuesta del cultivo a la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos. Se evaluó el efecto tóxico de un lixiviado de lombricomposta, tres biofermentos elaborados a base de estiércol vacuno, biosólido de pez, suero de leche, y un producto comercial, aplicados a proporciones de 0.0:5, 0.25:5, 0.50:5 y 1.0:5 v/v del producto en suspensión en agua, en un bioensayo de germinación con semillas de alhelí, acelga y lechuga, en condiciones de laboratorio, estas dos últimas consideradas como especies indicadoras para fertilizantes orgánicos poco maduros y estabilizados. Se usaron 60 tratamientos con tres repeticiones de cada uno, distribuidos en un diseño completamente al azar. El lixiviado y el biofermento a base de biosólido de pez resultaron favorables para la germinación, longitud de brote, radícula, porcentaje de germinación relativo (PGR), crecimiento relativo de raíz (CRR) e índice de germinación (IG) a proporciones de 0.25:5 y 0.50:5. Con base en los valores de IG, el biofermento a base de suero de leche y de estiércol vacuno presentaron una alta (IG<50%) y moderada fitotoxicidad (IG<80%) respectivamente, mientras que el biofermento a base de biosólido de pez, el lixiviado y el producto comercial no presentaron toxicidad (IG>80%). La lechuga y la acelga resultaron más sensibles a la fitotoxicidad dependiendo del producto y concentración utilizada.

**Palabras clave:** biol, biosólido, estiércol, fitotoxicidad, lixiviado

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados Camus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205. Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Estado de Puebla, México. C.P. 72760.

\* E-mail: javiercruz@colpos.mx

## FUNCIONES DEL MOLIBDENO EN EL METABOLISMO VEGETAL

Ranferi Maldonado Torres<sup>1</sup>

### RESUMEN

El molibdeno es esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, el cual se encuentra en bajas concentraciones en los vegetales ( $0.5$  a  $1.0 \text{ mg kg}^{-1}$ ), mientras que en el suelo la concentración total varía de entre  $0.60$  a  $3.5 \text{ mg kg}^{-1}$ . En suelos de pH ácido ( $<6.5$ ) se forman polianiones de molibdeno al aumentar la concentración de  $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , presencia del  $\text{Al}^{3+}$  cambiables, exceso de iones  $\text{Fe}^{3+}$  y  $\text{Mn}^{3+}$ , altas concentraciones de materia orgánica, lo que disminuye su disponibilidad y pueden presentarse deficiencias de Mo. Las funciones principales del molibdeno se encuentran estrechamente relacionadas con la asimilación del N. Actualmente sólo se conocen las enzimas nitrato reductasa, nitrogenasa, xantina deshidrogenasa/oxidasa, aldehído oxidasa y en sulfito reductasa, que lo contienen como cofactor, donde desempeña funciones estructurales y catalíticas, participando generalmente en reacciones oxido-reducción. El requerimiento de Mo es alto en especies que realizan fijación biológica de nitrógeno, sobre todo en los nódulos de raíces, y en las que se les suministra  $\text{NO}_3^-$ . La enzima nitrogenasa participa en la fijación biológica del nitrógeno y nitrato reductasa en la reducción del  $\text{NO}_3^- \leftrightarrow \text{NO}_2^- \leftrightarrow \text{NH}_3 \leftrightarrow \text{NH}_4^+$  para formar aminoácidos. La enzima nitrogenasa que cataliza la reducción de  $\text{N}_2$  a  $\text{NH}_4^+$  está constituida por dos metaloproteínas, la ferroproteína o nitrogenasa reductasa, y la ferromolibdoproteína o nitrogenasa. La primera es un homodímero ( $\alpha:\alpha$ ). Y la segunda un tetramero ( $\alpha:\alpha:\beta:\beta$ ) que contiene dos grupos P (P-clusters), uno, ( $8\text{Fe}-7\text{S}$ ) y el otro, ( $\text{Mo}:7\text{Fe}-9\text{S}$ ): homocitrato, que constituye el cofactor conocido como FeMoco (cofactor hierro molibdeno) a nivel del cual ocurre la reducción del  $\text{N}_2$ . La Fe-proteína, activada por ATP-Mg, transfiere los electrones a la nitrogenasa que a su vez los distribuye entre  $\text{N}_2$  y protones para dar amonio e hidrógeno. Pero recientemente se han descrito nitrogenasas alternativas en ausencia de molibdeno en el medio, que contienen otros elementos de transición, como vanadio o hierro, que son menos estables.

**Palabras clave:** Molibdeno, nitrogenasa, nitrato reductasa, metabolismo del nitrógeno

<sup>1</sup> Profesor investigador del Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo. ranferimt@yahoo.com.mx

## IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS DE NITRÓGENO, HIERRO Y MANGANESO EN FRIJOL CON REDES NEURONALES Y ÁRBOLES DE PREDICCIÓN

Edgar García Cruz, Manuel Sandoval Villa, Paulino Pérez Rodríguez, J. Alfredo Carrillo Salazar, Jorge D. Etchevers Barra y Antonia Macedo Cruz

### RESUMEN

La estimación del estatus nutrimental del hierro (Fe) y manganeso (Mn) en hojas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) fue el objetivo de esta investigación, como una alternativa a los métodos de análisis químico. Primero se estudió la relación entre las lecturas SPAD y los días a lo largo de la fenología del cultivo con la concentración de Fe; se propone entonces un modelo con índice de correlación de Pearson de 0.71. También se aborda la ocurrencia de la deficiencia de Mn además de la deficiencia de Fe; experimentalmente, se generan condiciones para la expresión de estas deficiencias además de un exceso; posteriormente se identifican con clasificadores, mediante el uso de redes neuronales artificiales, los patrones de textura y color en dos momentos de muestreo. Se obtiene que, tanto las características de color como de textura pueden ser de utilidad para la identificación de las deficiencias de Fe y Mn en frijol, con un éxito en el rango de 70 a 80%. Finalmente, cuando se considera el papel preponderante del nitrógeno (N) en la conformación de la molécula de clorofila y tomando en cuenta que, el Fe también es causa del mismo desorden fisiológico, se establece un experimento con el propósito de evaluar el efecto del N en la conformación de los patrones de textura y color en la identificación de las deficiencias de Fe. De forma adicional, se llevan a cabo cuatro muestreos con el fin de evaluar el comportamiento de dichos patrones. Se obtiene que, los clasificadores pueden diferenciar las diferentes condiciones nutrimentales de Fe interactuando con N en el orden de 76%, considerando un porcentaje global de clasificaciones correctas en la etapa de prueba. Se requieren explorar otras características para mejorar el desempeño de los clasificadores, sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación se consideran valiosos.

**Palabras clave:** clorosis férrica; modelación; diagnóstico nutrimental; SPAD.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## MORFOLOGÍA Y CONTENIDO NUTRIMENTAL DE GENOTIPOS DE FRIJOL DE ORIGEN ANDINO Y MESOAMERICANO

J. Padilla-Cuevas<sup>1</sup>, G. A. Merino<sup>2</sup>, H. Yee-Madeira<sup>3</sup>, D. R. Santillán B.<sup>1</sup> y J. D. Etchevers<sup>1\*</sup>

### RESUMEN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es el segundo producto básico alimenticio de la población de México, y centro de origen y diversidad del acervo mesoamericano (AM; razas Mesoamericana, Jalisco y Durango) difundido a Sudamérica, creándose el acervo andino (AA; razas Granada, Chile y Perú). Los genotipos nativos y mejorados son parte de la riqueza genética del país. Información sobre la morfología de los acervos, genotipos y composición nutrimental de sus granos es escasa. En este trabajo se caracterizaron morfológicamente seis genotipos de cada uno de los acervos en condiciones de invernadero. Se midió: hábito de crecimiento, días a floración, forma de la hoja, color de la flor, promedio de vainas por planta, promedio de semillas por vaina, peso de 100 semillas, tamaño, forma y color de la semilla. También se evaluó la concentración de Ca, Mg, Fe, Zn y Mn en sus granos. Los genotipos del AM fueron: W13=S13, México 332, Rojo seda, Negro Tacana, Jamapa y Flor de mayo Marcela, y los de AA: Nuña roja, Nuña blanca, Azufrado higuera, Bayomex, UGAP 16K y Cuarenteño. Los genotipos mejorados presentaron hábito entre I y II y florecieron más pronto (45 días) que los nativos (40 a 92 días), en ambos acervos. Las hojas fueron ovaladas y lanceoladas en AM y AA, respectivamente. El peso de 100 semillas fue un discriminante entre los AM (5 a 41 g) y el AA (29 a 49 g), respectivamente. Aunque se presentaron diferencias morfológicas en las variables estudiadas entre los AM y AA, sus concentraciones de nutrientes fueron iguales, excepto el Fe. La concentración promedio de Fe fue 66 y 86 mg kg<sup>-1</sup> para AM y AA, respectivamente. La nuña roja y la blanca, genotipos nativos andinos, presentaron concentraciones de Ca 3.2 gkg<sup>-1</sup> en comparación con el resto de los genotipos 2.1 gkg<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris*, acervos genéticos, concentración nutrimental, morfología.

1 Colegio de Postgraduados, Programa de Edafología, Campus Montecillo, Km 36.5 carr. México-Texcoco, México.

\* Corresponding author: jpadic@colpos.mx

2 Agustín Merino, Universidad de Santiago de Compostela, Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Escuela Politécnica Superior, Campus Terra, Lugo.

3 Instituto Politécnico Nacional, ESFM, Ave. Instituto Politécnico Nacional S/N, Edif. 9 U.P. Zacatenco, Col. San Pedro Zacatenco, México City 07738, México.



## NORMAS NUTRIMENTALES PARA *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller VARIEDAD 'ROJO PELÓN'

Evelyn Hernández-Vidal<sup>1</sup>, Ricardo David Valdez-Cepeda<sup>2</sup>, Fidel Blanco-Macías<sup>3</sup>,  
Anselmo González-Torres<sup>4</sup> y Francisco G. Véliz-Deras<sup>5</sup>

### RESUMEN

Los rangos de suficiencia de nutrimentos son útiles para diagnosticar y corregir el estado nutricional de las plantas con el fin de maximizar el rendimiento y evitar el deterioro del suelo. Este estudio se realizó para determinar los rangos de suficiencia de los nutrimentos nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) en *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, variedad 'Rojo pelón' a través de la técnica de línea de curva límite (LCL). Para ello, muestras de cladodios de fructificación de un año de edad se recolectaron. Las muestras corresponden a cuatro años sucesivos. Así, los datos de 228 cladodios y sus frutos (i.e. rendimiento por cladodio de fructificación) fueron registrados. Los gráficos de dispersión bivariados de concentración de cada nutrimento y rendimiento por cladodio mostraron que la mayoría de los datos de concentración se agrupan en la parte inferior, es decir, se asocian a rendimientos pequeños. Los modelos de LCL (funciones cuadráticas) de los cinco nutrimentos presentaron valores de  $R^2 > 0.7$ . Los rangos de suficiencia al 90% de rendimiento máximo para *Opuntia ficus-indica* (L.) Variedad 'Rojo Pelón' asociados a la técnica de LCL fueron los siguientes: 0.78 -1.34 % para N, 0.25 - 0.35 (%) para P, 2.53 - 4.35 % para K, 2.81-4.57 % para Ca, 1.04 - 1.76 % para Mg. De acuerdo con las concentraciones óptimas de los nutrimentos en cladodios de un año de edad, el orden de requerimiento es: Ca > K > Mg > N > P. Estos resultados indican que las plantas concentran más Ca y K que N en cladodios de fructificación, lo cual es explicado porque los nopales son plantas calcitróficas.

- 1 Universidad Autónoma Agraria 'Antonio Narro', Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México. evelynvidal.me@gmail.com
- 2 Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte, Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Morelos, Zacatecas, México. CP 98053. vacrida@hotmail.com
- 3 Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte, Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Morelos, Zacatecas, México. CP 98053. fiblama63@gmail.com
- 4 Universidad Autónoma Agraria 'Antonio Narro', Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe S/N, Torreón, Coahuila, México. anselgonz@hotmail.com
- 5 Universidad Autónoma Agraria 'Antonio Narro', Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe S/N, Torreón, Coahuila, México. velizderas@gmail.com

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## NUTRICIÓN DE LA PRODUCCIÓN FORZADA EN LIMA 'PERSA' EN NAUTLA, VERACRUZ, MÉXICO

Denisse Colorado-Miron<sup>1\*</sup>, Dr. Edgar Contreras-Morales<sup>1</sup> y Dr. Gustavo Almaguer-Vargas<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se efectuó un estudio en árboles de lima 'Persa' de siete años de edad injertados sobre Citrumelo Swingle, en Nautla, Veracruz, México. Se evaluaron ocho tratamientos en un diseño en bloques al azar con cinco repeticiones obtenidos de combinar niveles nutrimentales: a) testigo (sin fertilización); b) fertilización al suelo 0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K; c) fertilización al suelo + biofertilizante foliar; d) biofertilizante foliar; y, e) urea foliar al 8 % dos ocasiones. Se fertilizó el 27 de julio y el 05 de octubre; la urea el 09 de noviembre y la urea foliar al 8 % en dos ocasiones; se repitió el 24 de diciembre. Las variables evaluadas fueron: N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn (con índices Kenworthy), clorofilas a, b, a+b y carotenoides (12/10/08 y 20/01/09), rendimiento de fruta por árbol, peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial, % de jugo, color, rugosidad, pH, °Brix, grosor de cáscara, el 15 de marzo. Se hizo análisis de varianza y comparación de medias. El Mg presentó un índice de balance normal. La concentración de N, Ca, Cu, Fe, Mn y Zn se incrementó con la fertilización al suelo + el biofertilizante foliar. La fertilización al suelo + biofertilizante foliar, la urea foliar en dos ocasiones y el TDZ mejoraron la concentración de clorofilas, el color y rugosidad del fruto. Se logró incrementar el rendimiento de fruta de invierno (15/03/09) en más de 5 veces con la fertilización al suelo y biofertilización foliar.

**Palabras clave:** Lima, fertilización, tratamientos, biofertilizante, rendimiento.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Chapingo

\* denissecolorado@outlook.es

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## PRODUCCIÓN DE BIOMASA TOTAL, RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN DE LA SEMILLA DE *Jatropha curcas* L. CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN

Ángel De Jesús Jiménez-Méndez<sup>1</sup>, Armando Guerrero-Peña<sup>2\*</sup>, Eustolia García-López<sup>3</sup> y Eugenio Carrillo-Ávila<sup>4</sup>

### RESUMEN

*Jatropha curcas* L. es una especie con alto potencial de uso agroindustrial, pero es necesario conocer el efecto de la fertilización en su producción. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue determinar la materia seca, rendimiento, contenido de aceite y proteína con y sin aceite, en las semillas de *Jatropha*, en plantas a las que se aplicaron tres tratamientos de fertilización más un testigo (T), en un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones. El rendimiento de semilla correspondió a la producción de todo el ciclo anual; el aceite y la proteína con (PCA) y sin aceite (PSA) fueron cuantificados en semillas de cada tratamiento. Al finalizar el ciclo se extrajo una planta completa (biomasa aérea y radical) en cada uno de los tratamientos para determinar la biomasa total. El rendimiento de semilla y El porcentaje de PCA y PSA fue significativamente mayor en DA, con respecto a los tratamientos DN, DB y T; la producción de fruto aumentó 47.16% en la DA con respecto al testigo. Sin diferencias estadísticas en el contenido de aceite en la semilla en los tratamientos DA y DN; pero estadísticamente superior al obtenido en DB y T. La proteína presentó diferencias por efecto de la extracción de aceite, por concentración de la misma. La producción de materia seca fue significativamente mayor en DA, donde la biomasa radical y aérea fue 42.64 % y 23.70 % superior al T. El índice de cosecha en el mejor tratamiento fue de 6.59%.

- 1 Ingeniero Agrónomo egresado de la Universidad Popular de la Chontalpa y estudiante del Programa de posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico.
- 2 Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados en el Campus Tabasco. Doctor en Ciencias por la Universidad de Salamanca.
- \* Email: garmando@colpos.mx.
- 3 Profesora Investigadora del Colegio de Postgraduados en el Campus Tabasco. Doctora en Ciencias por la Universidad de Salamanca.
- 4 Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados en el Campus Campeche. Doctor en Ciencias por la Université Joseph Fourier Grenoble.

## PRODUCCIÓN DE FRESA (*Fragaria x annanasa* Duch.) UTILIZANDO POTENCIALIZADORES ORGÁNICOS Y MINERALES EN CONDICIONES PROTEGIDAS

Beatriz Blancas-Espejel, Víctor Manuel Ordaz-Chaparro,  
María de las Nieves Rodríguez-Mendoza y David Jaén-Contreras

### RESUMEN

El cultivo de fresa ha dado un giro en las técnicas de producción, al incluir variedades mejoradas desarrolladas en México, cultivadas en sustratos, y establecimiento de sistemas de hidroponía. Estas técnicas se han implementado con la finalidad de aumentar la superficie cultivada, e incrementando su rendimiento usando potencializadores tanto orgánicos (hongos micorrízicos arbusculares HMA) como inorgánicos (minerales pulverizados Zeofert® y Leonardita). Estos potenciadores se ha documentado que promueven el desarrollo de las plantas al mejorar la absorción de nutrientes, lo cual mejora la calidad del fruto. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y el efecto de estos potencializadores en el cultivo de fresa variedad mexicana CP-Zamorana cultivada en fibra de coco en condiciones de hidroponía. Se evaluaron 12 tratamientos, con combinaciones de Zeofert®, Leonardita y de inóculo de HMA (*Funneliformis mosseae*), con solución nutritiva de Stainer a dos niveles de CE. La combinación de potencializadores influyeron positivamente en la respuesta fisiológica del cultivo, en el rendimiento en g planta<sup>-1</sup>, así como en los atributos de calidad en los frutos.

**Palabras clave:** sustratos, hongos micorrízicos, hidroponía, leonardita, zeofert®.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## PROPORCIONES DE NITRATO Y POTASIO EN SOLUCIÓN NUTRITIVA EN PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) HIDROPÓNICA

Rodolfo De la Rosa-Rodríguez<sup>1</sup>, Libia Iris Trejo-Téllez<sup>2</sup>, Alfredo Lara-Herrera<sup>3</sup>, Luis Octavio Solis-Sánchez<sup>1</sup> y José Manuel Ortiz-Rodríguez<sup>1</sup>

### RESUMEN

La solución nutritiva utilizada en hidroponía debe tener una adecuada relación mutua entre sus aniones, sus cationes y entre ambos grupos, de lo contrario el rendimiento del cultivo puede verse afectado. El objetivo de la presente investigación fue determinar qué proporción de macronutrientes resulta óptima para el desarrollo y mayor rendimiento de lechuga hidropónica en un sistema de raíz flotante. Se establecieron cinco proporciones en nitrato y potasio como tratamientos, en me L<sup>-1</sup> fueron: 9.000, 0.750, 5.250, 5.250, 6.750, 3.000 (Tratamiento 1), 12.000, 0.375, 2.625, 5.250, 6.750, 3.000 (Tratamiento 2), 6.000, 1.125, 7.875, 5.250, 6.750, 3.000 (Tratamiento 3), 9.000, 0.750, 5.250, 6.562, 5.841, 2.596 (Tratamiento 4) y 9.000, 0.750, 5.250, 3.001, 8.307, 3.692 (Tratamiento 5) para NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> y SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup>, respectivamente. Se evaluó pH, conductividad eléctrica y volumen de solución nutritiva periódicamente y las concentraciones de los iones nitrato y potasio en solución nutritiva después del ciclo de producción; también se determinaron variables en planta: peso seco de hojas, cogollo y raíz y peso fresco sólo de la parte comestible (hojas y cogollo). El Tratamiento 2 fue el mayor en concentración de nitratos con 573 mg L<sup>-1</sup> y en peso fresco con 811.5 g, el Tratamiento 5 en conductividad eléctrica con 1.580 dS m<sup>-1</sup> y el Tratamiento 4 en concentración de potasio con 173.3 mg L<sup>-1</sup>. No se encontraron diferencias estadísticas en peso seco de hoja, cogollo y raíz y tampoco en volumen consumido de solución nutritiva. Por esto, la proporción usada en el Tratamiento 2 resulta conveniente para obtener mayor rendimiento en las condiciones establecidas.

1 Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ)(Universidad). Avenida Ramón López Velarde # 801, Col. Centro, C.P.98000, Zacatecas, Zacatecas, México. 01 492 922 0827 rodox116@hotmail.com, l\_solis@ymail.com, morvymm@yahoo.com.mx.

2 Colegio de Postgraduados, Campus montecillo (Universidad). Carretera México-Texcoco km. 36.5, C. P. 56230, Montecillo, México, México. 01 55 5804 5900 Ext. 1255. libiairis@hotmail.com

3 Unidad Académica de Agronomía, UAZ (Universidad) (ASESOR). Carretera Zacatecas-Guadalajara, km 15.5. C.P.98170, Zacatecas, Zacatecas, México. (492)9239407, Ext. 102. alara204@hotmail.com.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## RELACIÓN DE LA NUTRICIÓN MINERAL CON LAS ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS

Ibar Felipe Tlatilpa Santamaría<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los nutrientes minerales se aplican rutinariamente para aumentar el rendimiento de los cultivos y mejorar la salud y la calidad general de la planta. Los nutrientes minerales, en muchas situaciones, son la primera y principal línea de defensa contra las enfermedades de las plantas e influyen en todas las partes de la “pirámide” de la enfermedad. Aunque todavía queda mucho por aprender en el manejo de las interacciones dinámicas entre la planta, el ambiente y el patógeno.

Los procesos que influyen en estos procesos son diversos y han sido poco estudiados de manera integral. Además, hay estudios contradictorios sobre el efecto de los nutrientes en las enfermedades de las plantas y muchos factores que influyen en esta respuesta no han sido bien entendidos. Los efectos que puede tener un nutriente mineral en la enfermedad pueden ser un efecto directo sobre el patógeno, sobre los mecanismos de defensa y sobre el crecimiento y desarrollo de la planta. Los nutrientes pueden reducir la enfermedad a un nivel aceptable o al menos, a un nivel similar al obtenido por prácticas culturales o biocidas orgánicos convencionales. La nutrición mineral se considera como una estrategia para el manejo integral de un sistema, sin embargo, no se le da la importancia suficiente tomándola como un eje rector para la prevención de la enfermedad. En un sistema agrícola esto implica una reducción del uso de plaguicida, un menor costo de producción, y alimentos con menor cantidad de residuos de plaguicidas.

**Palabras clave:** nutrición, inductores de resistencia, control del estrés

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## RESPUESTA AL RÉGIMEN NUTRIMENTAL Y PODAS DE FORMACIÓN EN FRUTO DE CHILE HABANERO BAJO INVERNADERO

Jonathan Rafael Cruz-Ramos<sup>1</sup>, José Luis Escobar-Álvarez<sup>1</sup>, Felipe Alejandro García-López<sup>1</sup>, José Luis Valenzuela-Lagarda<sup>2</sup>, Octavio Pérez-Zamora<sup>1</sup> y Salvador Guzmán González<sup>1</sup>

### RESUMEN

En México, la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) se concentra en los estados que se ubican en la Península de Yucatán; con rendimiento a campo abierto entre 10 y 40 toneladas por hectárea de fruto, que se consume principalmente en fresco. Actualmente, el uso de invernaderos permite mejorar la producción hortícola con la implementación de soluciones nutritivas y el manejo agronómico que incluyen las podas de formación para incrementar el rendimiento. Se estableció un experimento con un diseño en cuadro latino de dos factores; donde el factor A fue la solución nutritiva universal propuesta por Steiner con dos niveles: estable y modificada por etapa fenológica y el factor B fue la poda de formación con cuatro niveles: sin poda, dos, tres y cuatro tallos, sobre el rendimiento en chile habanero establecido en suelo bajo condiciones de invernadero. Las variables evaluadas fueron el número de frutos, diámetro polar, ecuatorial y peso de frutos, rendimiento por planta y por hectárea. Los valores obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y a pruebas de comparación de medias (Tukey  $\alpha=0.05$ ). Respecto a las soluciones nutritivas, no se encontró diferencia estadística en las variables evaluadas; mientras que, las plantas que no se podaron tuvieron 124 frutos y las plantas podadas a dos, tres y cuatro tallos produjeron 80, 88 y 81 frutos planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Las plantas que no se sometieron a podas presentaron diferencias significativas en el diámetro polar ( $P=0.005$ ), peso de fruto ( $P=0.033$ ), rendimiento por planta ( $P=0.0008$ ) y hectárea ( $P=0.030$ ) con 1 251.3 g planta<sup>-1</sup> y 34.75 t ha<sup>-1</sup> comparado con las que se podaron. Por lo que, las plantas de chile habanero que se podaron incrementaron el tamaño y peso de fruto; mientras que, las plantas que no se podaron presentaron mayor rendimiento de fruto en chile habanero.

**Palabras clave.** *Capsicum chinense* Jacq., calidad, nutrición, suelo, rendimiento.

1 Universidad de Colima. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. jescobar1@uclm.mx

2 Universidad Autónoma de Guerrero. Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica.

## RESPUESTA DE MAÍZ A FUENTES Y DOSIS DE ZINC EN MÉXICO

Cesar Venegas<sup>1</sup>, Oscar G. Perez<sup>2</sup>, Kenneth Hylton<sup>3</sup>, Kiran Mann<sup>3</sup> y Kyle Freeman<sup>3</sup>

### RESUMEN

El Zinc (Zn) es el micronutriente más deficitario en los suelos agrícolas a nivel mundial. Su uso es de vital importancia en la producción de maíz (*Zea mays* L.). La aplicación de Zn no es una práctica frecuente en las áreas de producción de México. Según información del Laboratorio de Análisis de Suelos Fertilab, más del 50 % de las muestras recibidas están bajo 1.5 ppm de Zn, nivel crítico.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación de 3 dosis con Sulfato de Zinc (36% de Zn, con MAP como fuente de Fósforo), y un tratamiento con MicroEssentials SZ (12-40-0+10S + 1 Zn), fertilizante complejo con un 1% de Zn en cada gránulo.

Sin aplicar Zn se logró un buen rendimiento (11,014 kg/ha), gracias a la completa aplicación de los otros nutrientes y al buen manejo general, pero inferior a los tratamientos que tuvieron Zn.

Hubo respuesta a dosis de 2.5, 5.0, y 7.5 kg/ha de Zn con Sulfato de Zn y MAP (11,745; 11,980; y 12,236 kg/ha de maíz, respectivamente). Usando MicroEssentials SZ a 2.5 kg/ha de Zn, se logró el mayor rendimiento (12,593 kg/ha, 14.3% más maíz/ha vs Zn 0, y 7.1 % más que 2.5 kg/ha de Zn con MAP).

El zinc a 2.5 kg/ha, fue 2.13 veces más eficiente con MicroEssentials SZ que con MAP y Sulfato de Zn. Se demostró que es un nutriente fundamental para el rendimiento, y que más importante que dosis altas, es mejor una mayor distribución del nutriente en el campo.

1 The Mosaic Company, San Miguel de Allende, Guanajuato, México.

2 The Mosaic Company, Kennewick, WA

3 The Mosaic Company, Plymouth, MN.



## RESPUESTA DE MAÍZ DE ALTA PRODUCCIÓN A DOSIS CRECIENTES DE FÓSFORO EN MÉXICO

Cesar Venegas<sup>1</sup>, Oscar G. Perez<sup>2</sup>, Kenneth Hylton<sup>3</sup>, Kiran Mann<sup>3</sup> y Kyle Freeman<sup>3</sup>

### RESUMEN

El fósforo (P) es un nutriente de fundamental importancia en la producción de maíz (*Zea mays*) en México. Sin embargo, la fertilización fosfatada en maíz de alto rendimiento todavía no es del todo bien entendida. En áreas de producción de maíz con alta tecnología, muchas veces no se recomienda aplicar fósforo cuando el nivel de P (Bray 1) en el suelo es de 30 ppm o mayor, pero es frecuente observar respuesta en rendimiento a aplicaciones de P en estos suelos.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de P, en varias localidades de producción intensiva de maíz en México. Se realizaron 22 ensayos. Gracias a la aplicación completa de otros nutrientes y a las buenas prácticas de manejo, el rendimiento promedio sin P fue alto (12,350 kg/ha). Hubo una respuesta significativa a dosis de P, aún en suelos con un promedio de 59.8 ppm de P. La dosis de 40 kg/ha  $P_2O_5$  logró un aumento significativo de rendimiento de 1,518 kg/ha más que el testigo (12.3%). La dosis de 80 kg/ha  $P_2O_5$  logró un rendimiento significativo de 2,055 kg/ha sobre P 0 (16.6 %) y tuvo un rendimiento significativamente mayor que la dosis de 40 kg/ha, con 537 kg/ha más de maíz (3.9%). No hubo respuesta significativa a las dosis de 120 y de 160 kg/ha de  $P_2O_5$ . Hubo una relación de Costo : Beneficio de 1 : 6.30 al aplicar 40 kg/ha de  $P_2O_5$  y de 1 : 3.88 al aplicar 80 kg/ha de  $P_2O_5$ .

1 The Mosaic Company, San Miguel de Allende, Guanajuato, México.

2 The Mosaic Company, Kennewick, WA

3 The Mosaic Company, Plymouth, MN.

## SILICIO INCREMENTA UNIDADES SPAD DE *Ficus carica* L. REGADAS CON SOLUCIÓN SALINA

Fernando de Jesús Carballo-Méndez<sup>1</sup>, Carlos Alberto Garza-Alonso, Emilio Olivares-Sáenz y Francisco Zavala-García

### RESUMEN

El cultivo de higuera (*Ficus carica* L.) ha incrementado notablemente su superficie en México. Sin embargo, existen regiones áridas y semiáridas, que por su naturaleza poseen condiciones adversas, como la salinidad, que dificultan dicha actividad. El silicio (Si), ha mostrado efectos benéficos en plantas sometidas a estrés salino. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de las variedades, el Silicio (Si) y la Conductividad Eléctrica (CE) de la solución en las Unidades SPAD de plántulas de higuera. El experimento se llevó a cabo en el Centro de Agricultura Protegida de la Facultad de Agronomía-UANL. 240 varetas de cuatro variedades de higueras fueron colocadas en charolas de propagación y regadas durante ocho semanas con agua potable (CE 0.62 dSm<sup>-1</sup> y pH 7.5), a la mitad de dichas varetas adicionalmente se les aplicó un riego semanal con Si (50 mg L<sup>-1</sup>), mediante dióxido de silicio. Una vez concluida la etapa de enraizamiento, las plántulas fueron colocadas en macetas con un volumen de 1 L y rellenas de sustrato pumicita-perlita (1:1). Dos semanas después del trasplante, dichas plantas fueron sometidas a tres niveles de CE 1, 5 y 9 dSm<sup>-1</sup>, mediante cloruro de sodio. Unidades SPAD fueron evaluadas un día antes y a los 1, 3 y 5 días después del inicio de los tratamientos. Los resultados mostraron que las variedades fueron estadísticamente diferentes antes y durante los tratamientos con sal. El efecto del Si solo se mostró cuando se adicionó la solución salina incrementando en 13%, 17% y 17% las unidades SPAD a los 1, 3 y 5 días del inicio de los tratamientos, respectivamente. El efecto de la CE de la solución fue estadísticamente diferente a los 5 días de tratamiento, con una reducción de 2% entre 1 y 5 dSm<sup>-1</sup>, y de 16% entre 1 y 9 dSm<sup>-1</sup>.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. Centro de Agricultura Protegida. Correo electrónico: ing.fercarballo@gmail.com

## SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIÓN EN EL CULTIVO DE MAÍZ

Fernando Ramos Gourcy<sup>1</sup>, Alberto Margarito García Munguía<sup>1</sup>, Otilio Vázquez Martínez<sup>1</sup>, Amalio Ponce Montoya<sup>1</sup> y Jesús Martín Fuantos Mendoza<sup>1</sup>

### RESUMEN

Mucho se ha escrito sobre la importancia económica, social y cultural del cultivo de maíz en nuestro país. El diagnóstico nutrimental consiste en establecer el origen de una anomalía en nutrición en los cultivos de interés agrícola. El Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) es un método de diagnóstico de deficiencias y desbalance de la composición mineral del tejido vegetal. DRIS considera el uso de relaciones de nutrientes para el cálculo de índices que reflejan el estado nutrimental del cultivo: deficiencia o exceso independientemente de la edad de las hojas. Para evaluar el estado nutrimental, se establecieron seis parcelas experimentales para la producción de maíz para grano y silo. Se tomó una muestra de suelo para su análisis en el laboratorio y se interpretaron los resultados de los análisis. Se diseñaron fórmulas de fertilización técnica para cada unidad de muestreo, en función del objetivo de producción (silo o grano) y la meta de rendimiento. En las parcelas se establecieron híbridos comerciales. Se obtuvieron muestras foliares de las plantas de maíz para evaluar el estado nutrimental del cultivo en las parcelas de evaluación. En general, las parcelas tuvieron un contenido bajo de materia orgánica, el pH de todas las parcelas es alcalino. En todas las parcelas se observó que el porcentaje de saturación de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$ , se desvían ligeramente de los contenidos ideales en un suelo balanceado. En todos los casos se recomendó primero aplicar una enmienda antes de establecer el programa de fertilización. Para la variable rendimiento (grano y/o silo), las parcelas ubicadas en el CEPAB-INIFAP mostraron una producción muy cercana a la meta de rendimiento (15 t/ha de grano y 70 t/ha de silo). Según la metodología DRIS,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ , fueron los nutrientes más deficientes en las plantas de maíz. La parcela ubicada en el CEPAB-INIFAP para la producción de silo, mostró una mejor condición nutrimental. Los programas de fertilización diseñados a partir de los resultados de los análisis de las muestras de suelo, del objetivo de producción y de la meta de rendimiento, fueron bastante consistentes con los rendimientos obtenidos.

**Palabras clave:** DRIS, fertilidad, nutrición, maíz.

<sup>1</sup> Profesor investigador del Departamento de Ciencias Agronómicas del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. [framosg@correo.uaa.mx](mailto:framosg@correo.uaa.mx)

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## USO DE MEJORADORES QUÍMICOS Y ORGÁNICOS EN SUELOS SALINO-SÓDICOS EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.).

J. J. Martínez-Hernández<sup>1</sup>, V. A. Martínez-Sías<sup>2</sup>, L. Zuñiga-Estrada<sup>3</sup> y M. Torres-Aquino<sup>4</sup>

### RESUMEN

En regiones áridas y semiáridas, los sistemas de producción establecidos en suelos salinos-sódicos, presentan cultivos con escaso desarrollo y productividad, debido a que las sales limitan la nutrición de las plantas. Problema que se incrementa por un deficiente manejo del riego y excesivo empleo de fertilizantes. Los abonos orgánicos y químicos son alternativas utilizados en la recuperación y mejoramiento de éstos suelos. Se estudió la aplicación de azufre elemental ( $S^0$ ) y gallinaza, sobre la materia seca (MS), acumulación de N y K, e índices morfológicos y fisiológicos del cultivo de tomate desarrollado en casa sombra, mediante la técnica de fertigación. Mediante un diseño de tratamientos factorial completo 2X4 con tres repeticiones, se estudiaron dos dosis de  $S^0$  (750 y 1500 kg ha<sup>-1</sup>) y cuatro de gallinaza (una, dos, tres y cuatro t ha<sup>-1</sup>), cada tratamiento recibió una fertilización de base (40 N: 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 50 K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>). Se fueron establecidas tres plantas m<sup>-2</sup> del híbrido "Conan USATX2112. Se realizaron tres muestreos destructivos y seis no destructivos, evaluándose en la planta, altura, diámetro del tallo, número de hojas; MS en hoja, tallo y fruto, concentración de N y K en la MS, número, peso y rendimiento de fruto fresco total. Así como los índices morfológicos y fisiológicos del tomate. Los índices de crecimiento (AF, IAF y DF, TAN y TCC), altura, número de hojas, peso por fruto y rendimiento, fueron modificados ( $p \leq 0.05$ ) por la aplicación de 750 kg ha<sup>-1</sup> de  $S^0$ . La MS (kg ha<sup>-1</sup>) superó un 42.2 % y un 19% al rendimiento (162.9 ton ha<sup>-1</sup>) de las plantas que recibieron 1500 kg ha<sup>-1</sup>. Su Índice de Productividad fue 43.1 kg de fruto m<sup>-3</sup>. El N y K acumulado en la MS de plantas de los dos tratamientos de  $S^0$ , durante todo el ciclo del cultivo, fueron contrastantes.

1 Comisión Nacional de Zonas Áridas.

2 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

3 Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

4 Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí.

## II. Relación suelo-clima-biota

Relación agua-suelo-planta-atmósfera

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## ALMACENES DE CARBONO, BIOTA EDÁFICA Y VEGETACIÓN RIPARIA DE ECOSISTEMAS RIBEREÑOS EN UN GRADIENTE BIOCLIMÁTICO DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LOS VOLCANES

Gerardo Cruz-Flores<sup>1</sup> y Eloisa A. Guerra Hernández<sup>1</sup>

### RESUMEN

Junto a otras funciones ecológicas, las áreas naturales protegidas (ANPs) funcionan como reservorios de carbono manteniendo un proceso constante de captura. La etiqueta de "Fabricas de agua" de muchas ANPs se expresa en sus ecosistemas ribereños (ER). Junto al suelo, principal almacén de carbono (COS) en ecosistemas terrestres, otros compartimentos son importantes por contribuir a la retención de Carbono. El objetivo de este estudio fue evaluar contenidos de Carbono en diferentes compartimentos y su relación con poblaciones de flora y edafofauna riparias en cuatro ER de 2400 a 4100 m de altitud. Los ER se describieron edafo-ecológicamente en transectos de 30 m × 10 m. El ER ubicado a 2400 m, cercano a Nealtican, Puebla, circundado por cultivos agrícolas, tiene un Fluvisol háplico de pH neutro, pobre en COS (< 5 Mg ha<sup>-1</sup>) con relictos de bosque de encino y vegetación secundaria (*Alnus sp*, *Salix sp* más otras 15 especies riparias), la macrofauna edáfica la representan los órdenes Haplotaxida, Geofilomorfa, Coleóptera y Díptera y la mesofauna por Colembolos y Ácaros. El ER, sobre los 2700 m, alterna bosques altamente fragmentados de *Pinus ayacahuite* con huertos y cultivos agrícolas tiene un suelo Fluvisol mólico con moderados a altos contenidos de COS con individuos de 22 especies vegetales y los mismos ordenes de macrofauna y mesofauna del suelo que en 2400 m. El ER sobre 3300-3400 m presenta altos contenidos de carbono en Andosoles vítrico-úmbrico con 33 especies de plantas riparias y macrofauna de los órdenes Haplotaxida, Coleóptera, Himenóptera y Díptera y de la mesofauna, Ácaros, Colémbolos y Anélidos. La biota en el ER sobre 4000 m está caracterizada por Bosques de *Pinus hartwegii*-zacatonal montano en un Andosol vítrico úmbrico con altos contenidos de carbono (> 70 Mg ha<sup>-1</sup>), 31 plantas riparias, sin registro de macrofauna edáfica pero sí de mesofauna con colémbolos y ácaros.

**Palabras clave:** Áreas Naturales Protegidas, captura de carbono, biota del suelo, vegetación riparia.

<sup>1</sup> Autor correspondencia: edaynuve@unam.mx; Laboratorio de Edafología y Nutrición Vegetal, L-8 UMIEZ, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo S/N esquina Fuerte de Loreto, Col. Ejército de Oriente, CP 09230, Iztapalapa, Ciudad de México, México.

## ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL SUELO Y SU POSIBLE RELACIÓN CON LOS VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS DEL PREDIO "LAS URRACAS" VALLE DE EL GRULLO-AUTLÁN, JALISCO. ALGUNOS AVANCES

José de Jesús Sandoval-Legazpi<sup>1</sup> y Araceli de Jesús Arellano-Panduro<sup>2</sup>

### RESUMEN

Los suelos tienen un gran potencial arqueológico, ya que se forman durante períodos de estabilidad del paisaje y, por lo tanto, pueden utilizarse para inferir condiciones físicas y químicas que estuvieron presentes durante períodos de tiempo significativos. De hecho, los suelos pueden ser el único archivo ambiental terrestre local disponible (Walkington, 2010). La relación suelo-arqueología ha sido una de las asociaciones más estrechas que han estado presentes a través de la historia de la humanidad, en ella las planicies aluviales como tal, son reservorios que pudieran reflejar algún vestigio arqueológico, o la probabilidad de encontrar episodios discretos de ocupación (Zárate, 2002). El objetivo fue investigar las características fisicoquímicas del suelo del predio "Las Urracas", sitio de estudio y experimentación de aproximadamente 3 ha del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara, y su posible relación con los vestigios arqueológicos presentes en este lugar. La metodología estuvo basada en la elaboración de un perfil de suelo, así como documentación y referenciación de datos de suelos y su viabilidad teórica con los vestigios arqueológicos presentes. Se detectaron texturas franco arenosas, lo que para Gianfranco (2015), son muy erodables y removibles por la erosión hídrica y como un enemigo natural para los sitios arqueológicos. Asimismo los contenidos de carbonatos, fósforo y materia orgánica del suelo se consideran entre las propiedades más relevantes para la identificación de la ocupación humana y las características arqueológicas (Courchesne, 2015), por lo que para este sitio pudiera tomarse como una limitante, ya que sus valores fueron muy bajos, lo que pudiera verse reflejado en su conservación y un deterioro natural. En conclusión la relación suelo-arqueología es muy importante, por lo que los diferentes métodos de detección de características fisicoquímicas óptimas de esta asociación son muy amplias, de ahí la importancia de su investigación.

1 Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. [slegazpi@cussur.udg.mx](mailto:slegazpi@cussur.udg.mx).  
2 Departamento de Producción Agrícola. Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. [aracelia@cucsur.udg.mx](mailto:aracelia@cucsur.udg.mx).

## CAPTURA DE CARBONO INORGÁNICO EN SUELOS KÁRSTICOS DE SOLARES Y SELVAS DE YUCATÁN, MÉXICO

Oscar Álvarez-Rivera<sup>1\*</sup>, Héctor Estrada-Medina<sup>1</sup>, Juan José Jiménez-Osornio<sup>1</sup>, I. Aileen O'Connor-Sánchez<sup>2</sup>, Jorge A. Navarro-Alberto<sup>1</sup>, Miriam Ferrer<sup>1</sup> y Blondy Canto-Canché<sup>2</sup>

### RESUMEN

La ruta oxalato-carbonato (ROC) es un mecanismo que permite secuestrar CO<sub>2</sub> atmosférico, mediante la deposición de CaCO<sub>3</sub> al suelo. Se ha encontrado que el árbol perennifolio *Brosimum alicastrum* participa activamente en la ROC en huertos familiares de Yucatán, pero se desconoce la magnitud de su participación en selvas. Se seleccionaron 40 individuos (20 en selvas y 20 en huertos familiares), y se comparó el contenido de oxalato de calcio (CaOx) en tejidos vegetales (hojas, corteza y raíz) y suelo asociado a los árboles, la abundancia de bacterias oxalotróficas del suelo asociado al árbol y el potencial de secuestro de CO<sub>2</sub> atmosférico de vía la ROC en huertos familiares y selvas. Se encontró que los suelos de selva asociados *B. alicastrum* presentan un contenido de CaOx 21 veces mayor que los suelos de huertos familiares; y que las hojas son el tejido vegetal que presentó un mayor contenido de CaOx, seguido por la corteza y las raíces. Así mismo, se encontró que en suelos de selva, la abundancia de bacterias oxalotróficas es 69 veces mayor que en suelos de huertos familiares. Siendo que los suelos de selva presentan un potencial de secuestro de CO<sub>2</sub> 26% mayor que los suelos de huertos familiares. Sin embargo, esto considera un ambiente en el que todo el Ca proviene de una fuente no carbonatada. En suelos kársticos, donde las fuentes de Ca no carbonatadas son limitadas, la ROC podría estar jugando un papel importante en la regulación del equilibrio entre el CO<sub>2</sub> liberado por las reacciones de descarbonatación y el CO<sub>2</sub> precipitado en las reacciones de carbonatación.

**Palabras clave:** Secuestro de carbono, captura de carbono, carbono inorgánico, karst, *Brosimum alicastrum* Sw.

1 Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida, Yucatán, México.

\* oscaralvarez.uady@gmail.com

2 Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY), Mérida, Yucatán, México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL



I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL GIRASOL CON APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE

Ana Karen Granados-Mayorga<sup>1</sup>, Gustavo Mercado-Mancera<sup>2</sup>, Augusto Maximiliano Arana-Moreno<sup>3</sup>,  
Eduardo Vázquez-López<sup>4</sup> y Jesús Navejas-Jiménez<sup>5</sup>

### RESUMEN

La aplicación de micorrizas estimula el enraizamiento y crecimiento de las plántulas, mejora la supervivencia y desarrollo durante la aclimatación, incrementa la resistencia de las plantas al ataque de patógenos que afectan la raíz, mejora las propiedades físicas y químicas del suelo mediante el enriquecimiento de materia orgánica y la formación de agregados. El objetivo del presente trabajo fue describir las características morfológicas del girasol con la aplicación de biofertilizante en un suelo vertisol, en el ciclo P-V 2018, en Cuautitlán Izcalli, México. Se aplicó el biofertilizante a base de *Glomus intraradices* y *Azospirillum brasilensis* en la escarda a la base de la planta. Se tomaron dos plantas en seis muestreos, cada 15 días después de la emergencia (dde). Se evaluó la longitud, peso seco y fresco de la raíz y la parte aérea, y el rendimiento de grano. El crecimiento de la raíz y de la planta, en términos generales, fue exponencial entre los 15 y 50 (dde), periodo que coincidió con la aplicación del biofertilizante. La longitud promedio a los 75 dde, fue 32.8 y 167.5 cm, para la raíz y parte aérea, respectivamente. El peso fresco y seco presentaron la misma tendencia que el crecimiento, con valores promedio a los 75 dde de 262.8 y 124.1 g para la raíz, y 1,725.0 y 269.8 g para la parte aérea. A partir de este momento disminuyó el crecimiento, al iniciar la etapa de antesis y madurez de semilla. El rendimiento promedio fue de 1.84 t ha<sup>-1</sup>, valor bajo del promedio del híbrido SYN 3950 HO, debido al efecto de la condición ambiental adversa que prevaleció durante el ciclo de cultivo, después de la antesis. Se concluye que el biofertilizante ayuda al crecimiento fenotípico, sin embargo, debe tenerse atención en las condiciones ambientales que puedan afectar el rendimiento.

**Palabras clave:** Girasol, biofertilizante, características morfológicas, rendimiento.

1 Departamento de Ciencias Agrícolas. FES-Cuautitlán, UNAM. karengranadosmay@gmail.com

2 Departamento de Ciencias Agrícolas. FES-Cuautitlán, UNAM.

3 Licenciatura de Ingeniería Agrícola. FES-Cuautitlán, UNAM.

4 Licenciatura de Ingeniería Agrícola. FES-Cuautitlán, UNAM.

5 Investigador Titular INIFAP-CETODS-BCS. La Paz, B.C.S.

## COMPARACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CHÍCHARO, (*Pisum sativum*).

Tania Hernández Peñaloza, Gustavo Álvarez Arteaga y Nadia Hernández Peñaloza

### RESUMEN

La importancia de elaborar sustratos radica en la aportación de nutrientes que los cultivos necesitan, funcionan como complementos de plantíos realizados fuera de su entorno habitual, así mismo, contribuyen a crear mejores condiciones para productos agrícolas, como en el caso del chícharo (*pisum sativum*). Estos se construyen a partir de características determinadas, a través de partículas granulométricas conocidas, mediante un proceso de tamizado que finalmente se convierte en sustrato. Para la comparación realizada se generaron dos tipos: "A", elaborado con suelo y composta y "B" fabricado con suelo y bocachi; el objetivo fue evaluar las características físicas (materia orgánica, retención de humedad, porosidad, color y textura) y las propiedades químicas (contenido de micro y macronutrientes, pH y capacidad de intercambio catiónico). La metodología se basó en un diseño experimental al azar con la utilización de quince plantas injertadas, con 15 repeticiones cada una, por un periodo de 6 meses, donde además se analizó la altura, número de hojas, flores, frutos y la biomasa aérea. Los principales resultados obtenidos indican que la mezcla de suelo con composta (sustrato "A"), presento mejores condiciones y características que el suelo con bocachi (sustrato "B"), por lo tanto, se puede estandarizar el proceso de elaboración del primero para poder realizar el cultivo de chícharo en lugares que posiblemente por las condiciones climáticas no se desarrolle, generando una alternativa para huertos urbanos u hortalizas, que disponen de espacios reducidos.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN Y LA HUMEDAD DEL SUELO EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL PICO DE ORIZABA, VERACRUZ.

J. L. Chaparro Carrillo<sup>1</sup>, B. E. Marín-Castros y C. Siebe

### RESUMEN

El 80% del suministro mundial de agua potable proviene de las montañas. A pesar de ello, no se tiene claro cómo es la dinámica suelo-atmósfera en estos ecosistemas ni cuál es la disponibilidad de agua para las plantas. En este trabajo, se instalaron tres estaciones meteorológicas a 3,100, 3,900 y 4,400 m y seis estaciones de sensores de humedad del suelo a diferente profundidad ubicadas a lo largo del gradiente entre 3,000 y 4,400 msnm en la cuenca del Río Jamapa en el Parque Nacional Pico de Orizaba (PNPO). Las estaciones registraron datos al menos cada hora durante un año (abril 2018 a abril de 2019). Encontramos que la precipitación es mayor a los 3,100 m (1,358.9 mm) y menor por encima de la línea de árboles (781 mm). Los suelos son más profundos, arcillosos y con un mayor contenido de materia orgánica por debajo de la línea de árboles (<4,100 m), registrándose ahí contenidos de humedad más altos que se mantienen durante más tiempo después de cada evento de lluvia. Los suelos por arriba de 4,100 m son más someros, pobres en materia orgánica y con un mayor contenido de arenas dando como resultado variaciones más extremas en su contenido de humedad y una retención de agua más limitada en el tiempo, es decir, en pocas horas los suelos recuperan el contenido de humedad previo a la lluvia. Por debajo de los 4,000 msnm son muy pocos los días en los que la tensión de agua aumenta por encima de 150 mbares, mientras que, en sitios ubicados a mayor altitud, se presentan más de 50 días con escasez de agua para las plantas.

**Palabras clave:** cuenca río Jamapa, humedad volumétrica, tensión del agua, páramo alpino y bosque de pino.

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de México.

## COSTRAS BIOLÓGICAS Y FLUJOS DE C EN SUELOS ÁRIDOS DEL SURESTE DE COAHUILA

Fernando Ayala-Niño<sup>1</sup> y Dulce Flores Rentería<sup>2</sup>

### RESUMEN

Las costras biológicas *del suelo* (CBS) son comunidades especializadas compuestas por cianobacterias, algas, hongos, musgos, líquenes y bacterias que están ligadas íntimamente con las partículas del suelo, por lo que su participación sobre los flujos e intercambio de carbono (C) en los ecosistemas áridos del norte de México es aún escasa. En el presente estudio se cuantificó el intercambio de CO<sub>2</sub> en CBS de sitios con mínimo o nulo impacto antropogénico. Las muestras fueron recolectadas y transportadas en cajas Petri al laboratorio donde fueron sometidas a un proceso de limpieza, removiendo el exceso de suelo por debajo de las estructuras que componen la CBS. Se realizaron mediciones diarias durante tres semanas de nueve sitios con cuatro réplicas ( $n=36$ ); para cada sitio se midió el intercambio neto de CO<sub>2</sub>, radiación fotosintéticamente activa (PAR), así como temperatura y humedad ambiental en cuatro condiciones: seco-obscuridad, seco-soleado, húmedo-obscuridad y húmedo-soleado. Previo a cada medición se aplicó a cada una de las muestras un riego inicial de 20 ml. Se registraron valores de intercambio neto de carbono ( $0.001 \pm 0.05$ ;  $0.018 \pm 0.11$ ;  $0.349 \pm 0.44$  y  $0.335 \pm 0.45 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ) para cada condición. Resultados preliminares muestran que el intercambio de carbono en CBS se da en mayor proporción posterior al humedecimiento observando una dinámica de intercambio de carbono muy activa y sensible entre condiciones de luz y obscuridad, debido a procesos fotosintéticos de las comunidades que componen las CBS. Se concluye de manera parcial que las CBS participan activamente en la dinámica del ciclo del carbono en los suelos de las regiones áridas de la región sureste del estado de Coahuila como fuente y almacenamiento de carbono.

1 CINVESTAV-Unidad Saltillo. Grupo de Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía fayala1577@gmail.com

2 CONACyT-CINVESTAV-Unidad Saltillo. Grupo de Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía. yaahid@gmail.com

## DETERMINACIÓN DE ZONAS AGROECOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ARÁNDANO EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES

Sofía Gutiérrez Durón<sup>1</sup>, Dr. Alberto Margarito García Munguía<sup>2</sup>,  
Dr. Fernando Ramos Gourcy<sup>2</sup> y Dr. Joaquín Sosa Ramírez<sup>2</sup>

### RESUMEN

La producción del arándano azul tiene gran importancia debido a sus propiedades antioxidantes y alto retorno económico. Su expansión y producción se ha distribuido en todo el mundo para satisfacer la demanda del mercado. México es el cuarto productor de arándano a nivel mundial. La temperatura, la humedad relativa y la acumulación de horas frío son variables climáticas que determinan la producción del arándano. El objetivo de este trabajo fue el de identificar las condiciones climáticas apropiadas para el desarrollo del cultivo en el estado de Aguascalientes. Se evaluó la temperatura y humedad relativa de los últimos 5 años de los registros históricos de 32 estaciones meteorológicas distribuidas en el estado de Aguascalientes (Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos) del INIFAP, con el fin de determinar las zonas agroecológicas con mayor potencial para el desarrollo del cultivo de arándano. Ésta información se comparó con los datos recolectados en el sitio experimental (El Milagro, Ags.). Con el análisis de la información se determinaron las zonas con mayor capacidad de producción y menor riesgo por efecto de las variables climáticas. El análisis de los datos se realizó mediante el mapeo estatal de aquellas zonas que cumplieron con los requerimientos para el cultivo de arándano. Se usaron los programas R® y ArcGis®. Las zonas con mayor potencial fueron definidas a través de diversas gráficas. Se puede concluir que en el estado de Aguascalientes hay condiciones climáticas para promover el establecimiento y desarrollo de huertas con el cultivo de arándanos con un buen nivel de producción y rentabilidad.

- 1 Estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- 2 Profesor Investigador del Centro de Ciencias Agropecuarias del Departamento de Ciencias Agronómicas del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ALMACENES DE CARBONO EN LOS SUELOS DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

Gustavo Alejandro Díaz Osorio<sup>1</sup>, Gustavo Álvarez Arteaga<sup>1</sup>, Abel Ibáñez Huerta<sup>1</sup> y María Estela Orozco Hernández<sup>1</sup>

### RESUMEN

Durante el último siglo, una parte considerable de los ecosistemas áridos y semiáridos del país han sido alterados para su manejo agrícola y pecuario, modificando los ciclos biogeoquímicos, de los cuales el del carbono resulta particularmente importante por su connotación económica y ambiental. Considerando que alrededor del 60% del territorio nacional alberga este tipo de ecosistemas y poco menos de la mitad de la superficie agrícola se lleva a cabo sobre sus suelos, resulta necesario conocer su capacidad para preservar sus almacenes de carbono bajo diferentes condiciones de uso y manejo. La presente investigación se realizó dentro del Valle de Mexicali, Baja California y tuvo por objetivo estimar la variabilidad espacial y vertical de los almacenes de carbono orgánico en los suelos bajo distintos usos para identificar su potencial como reservorios o emisores de carbono. Dentro de la zona de estudio se establecieron 23 puntos de muestreo a 30 cm de profundidad y seis perfiles representativos de los diferentes usos de suelo (agrícola, industrial, matorral halófito). Los resultados sugieren que las actividades agrícolas convencionales tienden a reducir en 30 % los reservorios de carbono en los primeros 30 cm de profundidad (30.8 ton/ha) con respecto a suelos que preservan vegetación nativa (46 ton/ha). Por su parte, el estudio de los perfiles de suelo identificó la acumulación y preservación de reservorios de carbono entre los 40 y 90 cm de profundidad proveniente del arrastre y depósito de sedimentos lacustres antiguos, así como del lixiviado de partículas orgánicas, producto del manejo actual. Se concluye que tanto el manejo actual como el régimen hídrico de los suelos es fundamental para entender el comportamiento espacial de los almacenes de carbono en los suelos de la zona de estudio, por lo que su preservación e incremento deberá considerar dichos procesos.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Estado de México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EFFECTO DE LA INOCULACIÓN DE BACTERIAS NATIVAS EN LA TOLERANCIA DE MAÍZ AL ESTRÉS HÍDRICO

Méndez-Matías y A. Robles, C.

### RESUMEN

En la rizosfera se pueden encontrar microorganismos capaces de estimular el crecimiento vegetal, ya sea directa o indirectamente. Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal ejercen un efecto significativo en la producción agrícola además de ser una alternativa de bajo impacto ambiental en la nutrición de cultivos lo que ha incrementado su uso en las últimas décadas. Bajo la hipótesis de que la microbiota nativa puede tener mejor efecto en el desarrollo de las plantas bajo estrés hídrico, se realizó la evaluación de inoculantes formulados a partir de bacterias nativas tolerantes al estrés osmótico. Se realizó el aislamiento y la multiplicación de bacterias en suelos cultivados con maíz de cuatro regiones con presencia de sequía. Mediante inoculación de semilla de maíz blanco nativo se sembraron en contenedores de 1 L en una arena y suelo (1:1 v/v) como sustrato. Se evaluaron 13 tratamientos bajo un diseño en bloques aleatorizados con cinco repeticiones con dos estados hídricos durante. Se aplicó estrés hídrico a los 18 días después de la siembra. Los parámetros evaluados fueron Altura de planta, Diámetro de tallo y Biomasa radicular a los cuales se les realizó un ANOVA y prueba de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ). En T8 se observó mayor altura de planta en condiciones de estrés, siendo junto con T1 las plantas que mayor altura presentaron en situación de estrés hídrico. En T6 y T10 se obtuvo mayor diámetro de tallo en condiciones de estrés hídrico. T3 tuvo mayor valor de biomasa radicular. Los inoculantes bacterianos favorecieron el desarrollo de las plantas de maíz en contenedor bajo condiciones de estrés hídrico lo cual permite seleccionar los más aptos para evaluación en campos de cultivo.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EFFECTO DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS SOBRE POBLACIONES MICROBIANAS DE SUELO Y FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.)

Jessica Denisse Valle-García<sup>1</sup> y Luc Dendooven<sup>1</sup>

### RESUMEN

Con el rápido crecimiento de la nanotecnología que emplea materiales de 1 a 100 nm, diversas áreas de la ciencia se han visto beneficiadas por sus múltiples aplicaciones. En el caso de la agricultura podría beneficiar el desarrollo sostenible aumentando la productividad de cultivos y evitando el uso de agroquímicos pues dentro de sus principales aplicaciones se encuentran el uso de nanofertilizantes, nanoplaguicidas y nanonutrientes.

Es fácil que las NPs se incorporen al medio ambiente; el suelo y las plantas son sistemas expuestos a los efectos que ocasionan. Se ha investigado la relación entre el tamaño de NPs y los efectos tóxicos, así como las variaciones de acuerdo con el tipo y la concentración empleada. Por ejemplo, las NPs de Ag presentan inhibición en el crecimiento de *P. radiatus* pero se ha encontrado que *A. hypogaea* L. tiene un aumento en biomasa de raíz cuando se utilizan NPs de óxido de hierro. Por otro lado, se ha reportado que las NPs afectan a los microorganismos del suelo y como consecuencia repercuten en los ciclos biogeoquímicos de éste. En este proyecto se busca determinar los efectos de las NPs de  $-Fe_2O_3$  y Ag sobre las poblaciones microbianas del suelo y del frijol común, así como evaluar los parámetros morfológicos de la planta debido a la importancia que presenta como base alimentaria en América y particularmente en México.

Se empleó un suelo agrícola de Tulancingo de Bravo, Hidalgo. Se llevó a cabo la caracterización físico-química, obteniendo un suelo de tipo Franco-arcilloso, 50% de capacidad de retención de agua, 15% de humedad, 6.9 de pH, relaciones C/N de 10 a 15 y una capacidad de intercambio catiónico de 240 meq/kg\*suelo seco. Las NPs de Ag empleadas presentaron un tamaño de 1-100 nm, mientras que las de Fe de 30-50 nm, lo cual indica que las de Fe presentarán una mayor área de contacto con la planta y el suelo, por lo que se esperaba que se incorpore más fácil, mientras que, en el caso de la Ag se esperan efectos inhibitorios en poblaciones microbianas y que no se encuentre biodisponible para la planta.

<sup>1</sup> Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Zacatenco. jd.valleg@gmail.com

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL



## EFFECTO DEL MANEJO FORESTAL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE UN UMBRISOL EN DURANGO, MÉXICO

E. O. Luna Robles<sup>1</sup>, I. Cantú silva<sup>1</sup>, M.I. Yáñez Díaz<sup>1</sup> y H. González Rodríguez<sup>1</sup>

### RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la remoción total del arbolado sobre las características hidrológicas de un Umbrisol en Durango, México. Se estudió un rodal silvícola sometido a corta de regeneración de matarrasa, con una antigüedad de nueve años la cual fue comparada con un rodal de referencia (testigo), considerado así por ser la masa forestal más próxima al estado de madurez. Las propiedades analizadas fueron: infiltración inicial, básica y acumulada; a partir del método de infiltrómetro de doble anillo, por un tiempo de 270 minutos con recargas variables y permeabilidad; donde el procedimiento consistió en el uso de dos cilindros de acero de igual volumen con el suelo, midiendo el tiempo durante el cual el agua viaja a través de la columna de suelo saturado durante 24 horas. Cabe señalar que la capa orgánica (humus y hojarasca) desempeña un papel importante en la hidrología de los suelos forestales, por lo que se seleccionaron tres cuadrantes de 30 x 30 cm al azar de cada rodal para calcular las existencias (peso seco en ton/ha) de dicho componente. Las pruebas estadísticas (Prueba de Mann-Whitney) mostraron diferencias significativas en las tasas de infiltración inicial, infiltración básica y acumulada, donde el área de matarrasa presentó reducciones en un 48.07, 71.86 y 66.38 % respectivamente, en comparación con el rodal de referencia. Mientras que las pruebas de permeabilidad no denotaron diferencias significativas. En tanto, los niveles de hojarasca y humus se vieron significativamente afectados por la aplicación de la matarrasa en un 79 y 70 %. Siendo entonces, la eliminación parcial o completa de la cobertura arbórea una acción que provoca directamente cambios en el proceso de infiltración. Considerando entonces la valoración de las características hidrológicas una herramienta fundamental en la interacción y sustentabilidad de los recursos agua-suelo-vegetación.

**Palabras clave:** Umbrisol, características hidrológicas, rodales silvícolas, cortas de regeneración, sustentabilidad.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León.

## EFICIENCIA EN EL USO DE NITRÓGENO Y CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

V. Saynes<sup>1\*</sup>, I. Ortiz-Monasterio<sup>2</sup>, K. Peralta<sup>1</sup> y J. Etchevers<sup>1</sup>

### RESUMEN

La aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados a los suelos agrícolas contribuye a la formación de nitrógeno reactivo (Nr) que incluye iones de amonio y nitrato ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), y formas gaseosas como el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Los iones de  $\text{NO}_3^-$  contaminan cuerpos de agua y ecosistemas costeros provocando anoxia, eutrofización y pérdida de biodiversidad. El  $\text{N}_2\text{O}$  contribuye al calentamiento del planeta ya que atrapa calor con un poder ~300 veces mayor que el  $\text{CO}_2$  y una vez en la atmósfera permanece en ella alrededor de 120 años. Si bien los fertilizantes son benéficos e indispensables para las sociedades humanas también atentan contra nuestra supervivencia y la de muchas otras especies del planeta cuando se utilizan sin el manejo adecuado. En éste trabajo se presenta un proyecto multistitucional enfocado en generar conocimiento básico referente a las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  en suelos agrícolas con aplicación de dosis crecientes de fertilizantes nitrogenados. Para ello se estableció un multi estudio con cuatro sitios representativos de la agricultura de granos básicos de maíz y trigo en el norte y centro del país en los cuales se establecieron cámaras de medición de gases de efecto invernadero. Aquí se presentan los objetivos, resultados, alcances y áreas de oportunidad en la medición de gases de efecto invernadero del sector agrícola.

**Palabras clave:** Óxido nitroso, cambio climático global, sector agrícola, emisiones de gases de efecto invernadero.

1 Postgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

\* [vinisa.saynes@colpos.com.mx](mailto:vinisa.saynes@colpos.com.mx)

2 Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y el Trigo. Carretera México-Veracruz, El Batán Km. 45, CP 56237, Estado de México.

## EL RENDIMIENTO EN *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller DEPENDE DE LAS PRECIPITACIONES DE LOS AÑOS ACTUAL Y ANTERIOR

Ricardo David Valdez-Cepeda<sup>1</sup>, Miguel Márquez-Madrid<sup>2</sup>,  
Bernardo Murillo-Amador<sup>3</sup> y Fidel Blanco-Macias<sup>4</sup>

### RESUMEN

Las relaciones entre los fenómenos meteorológicos y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos aún no están entendidas completamente. Las plantas perennes poseen órganos (raíces, tallos y ramas) que actúan como reservorios de agua y nutrientes necesarios para el desarrollo de órganos que se desarrollarán en la siguiente estación de crecimiento en términos de brotes florales y vegetativos. Asimismo, lo esperable es que esos atributos de planta dependan también de la precipitación del año en curso, es decir, durante el cual brotación floral y vegetativa, así como crecimiento y desarrollo de frutos (tunas) y cladodios nuevos son fenómenos que ocurren en el caso del género *Opuntia*. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evidenciar las relaciones entre la precipitación durante los años en que se desarrollaron los cladodios de fructificación (2011-2014) y la precipitación durante los años en que se desarrollaron los frutos cosechados (2012-2014) y el rendimiento por cladodio (g) correspondiente a 4 años (2012-2015) en nopal variedad 'Rojo Pelón' (*O. ficus-indica*). La relación estimada entre Precipitación Anual Desfasada (la del año anterior al que corresponde el rendimiento) y rendimiento es cuadrática con una precipitación anual óptima de 450 mm. La relación entre Precipitación Anual y rendimiento tiende a ser lineal. Las relaciones cuadrática y lineal entre Precipitación Anual Desfasada y el rendimiento y entre Precipitación Anual y rendimiento, respectivamente, pueden ser aspectos dignos para considerarlos con el fin de pronosticar rendimientos antes de la cosecha y guiar la adopción de prácticas de manejo en el cultivo de *O. ficus-indica* variedad 'Rojo Pelón'.

**Palabras clave:** Función cuadrática, rendimiento máximo, precipitación óptima.

1 Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte, Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Morelos, Zacatecas, México. CP 98053. vacrida@hotmail.com

2 mamami66@hotmail.com

3 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, BCS, México. bmurillo04@cibnor.mx

4 fiblama63@gmail.com

## EMISIONES DE GEI Y PÉRDIDA DE NITRÓGENO REACTIVO EN CULTIVOS DE CAFÉ ORGÁNICO Y CONVENCIONAL

Peralta Zuñiga Kathia<sup>1</sup> y Saynes Santillán Vinisa<sup>2</sup>

### RESUMEN

La producción de café es una actividad económica importante a nivel mundial. México ocupa el lugar número once en su producción y el primer lugar en producción orgánica. El cultivo de café además de ser un producto comercialmente importante, desempeña otras funciones ambientales como es captura de carbono (C). Se ha reportado en los sistemas agroforestales mayor cantidad de C aéreo en comparación a los sistemas silpovasporiles. Sin embargo factores como la roya y el cambio climático global (CCG) amenazan el cultivo de café. Se estima que el 60% de las especies de café silvestre están en peligro de extinción debido a los efectos del CCG, unidos a otros factores como enfermedades y deforestación. Estudios de ciclo de vida muestran que aproximadamente la mitad de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) ocurren en la fase de cultivo y debido primordialmente al uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Una alternativa para reducir estas emisiones de GEI son las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs). El presente estudio busca cuantificar las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), así como el contenido de N inorgánico de suelo bajo distintos escenarios de fertilización en sistemas de producción de café orgánico y convencional. También se generará información básica de fertilidad en suelos y su actividad microbiana en cultivos de café. Esta información servirá como referencia para la generación de una línea base de emisiones de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O de igual forma se planteará la importancia económica y ambiental que desempeñan los sistemas agroforestales en el pago por bonos de C, certificaciones de desarrollo bajo en C y la conservación de la biodiversidad en los cultivos de café, así como el desarrollo de lineamientos y oportunidades de NAMAs. En este trabajo se presenta el Proyecto de investigación el cual se encuentra en proceso.

**Palabras clave:** café, cambio climático global, fertilizantes, orgánico, convencional.

1 Estudiante de Maestría del Posgrado de Edafología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Correo de correspondencia: peralta.kathia@colpos.mx

2 Profesor-Investigador, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

## ESPECIES MICORRÍICAS PRESENTES EN PARCELAS DE MAÍZ DE REGIONES CON INCIDENCIA DE SEQUÍA EN OAXACA

Méndez-Matías y A. Robles, C.

### RESUMEN

Los diferentes tipos de estrés abiótico provocan alteraciones en el desarrollo normal de las plantas. La sequía es uno de los principales tipos de estrés abiótico afecta significativamente la producción de cultivos provocando desde una leve a moderada reducción en el rendimiento, hasta la pérdida total. La inoculación con Hongos de Micorriza Arbuscular (HMA) puede incrementar la resistencia de los cultivos al estrés por sequía. Los HMA nativos están adaptados a las condiciones locales por lo que pueden tener mayor efecto en las plantas inoculadas. El presente estudio consistió en estudiar la riqueza, abundancia, porcentaje de colonización y diversidad de especies de HMA en parcelas de cultivo de maíz de temporal de cuatro regiones con fuerte presión por sequía. El muestreo se realizó en las regiones de Sierra Norte, Mixteca, Istmo y Valles Centrales de Oaxaca durante la temporada de sequía y de lluvias. Mediante la técnica de extracción por decantado húmedo se extrajeron e identificaron las esporas para después analizar la diversidad utilizando los índices de Shannon y Margalef. Se utilizó el índice de Morisita para evaluar similitud entre regiones. Se aplicó un ANOVA a las variables evaluadas. Un total de 24 morfoespecies de HMA fueron identificadas y los géneros *Funneliformis* y *Rhizophagus* fueron predominantes. La mayor riqueza de especies se observó en las regiones M y V. Sin embargo, en Y se observó mayor densidad de esporas. El porcentaje de colonización no presentó significancia para las 4 regiones en ambas temporadas. La mayor diversidad de especies de HMA se obtuvo en la región V. Las regiones con mayor índice de similitud fueron Istmo y Sierra Norte. Aunque la diversidad de especies de HMA fue importante la abundancia de esporas fue baja. Es necesario incrementar la densidad de esporas de las especies de HMA presentes para estimular el efecto benéfico de la simbiosis.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## ESTIMACIÓN DE INFILTRACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN UNA ZONA CON VEGETACIÓN ÁRIDA DE AGUASCALIENTES, MÉXICO

Floriano González, Xóchitl A.<sup>1,2</sup>, González-Cervantes, Norma<sup>3</sup> y Beraud-Macías, Vianney<sup>2</sup>

### RESUMEN

El proceso de infiltración ocurre en presencia de escorrentía superficial y sub-superficial originada por eventos de lluvia. En su paso hacia el subsuelo, el agua de lluvia interactúa con las propiedades físicas y químicas del suelo; aquí intervienen el espacio poroso y a mayor escala las fracturas geológicas. La velocidad a la que ocurre el escurrimiento depende de las características texturales del suelo, de su grado de saturación, y de la cubierta vegetal presente. Esta cobertura es un factor de peso para que algunas zonas del espacio geográfico favorezcan más la velocidad de infiltración hacia el subsuelo, por los sistemas radicales presentes. Las raíces modifican la estructura del suelo y sus propiedades hídricas. Las zonas áridas y semiáridas, están propensas a sufrir importantes cambios en la estructura del ecosistema debido a que son afectadas por fenómenos meteorológicos extremos como sequía y chubascos. A causa de éstos se generan altas tasas de erosión. Esta investigación abordará la relación entre la vegetación, el ciclo hidrológico, los tipos de suelos y sus características físicas y químicas de manera asociativa para evaluar la capacidad de infiltración y recarga de agua subterránea en una zona árida. Para la metodología se están tomando en cuenta dos zonas con dos tipos de suelo y dos estratos de vegetación (dosel alto y dosel bajo). Se harán pruebas de infiltración y de caracterización física, química y mineralógica del suelo. Este proyecto proveerá de información hidrológica específica de una zona árida, y de al menos dos tipos de suelo. Se evaluará su condición de susceptibilidad y vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático y se generarán indicadores sobre un programa específico que incluya acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático. Consideramos que esta información será de utilidad para documentar los procesos de sustentabilidad y sostenibilidad de un ecosistema de importancia para la cosecha de agua y la conservación de las cadenas tróficas.

**Palabras clave:** recarga subterránea, estructura del suelo, conservación, ecosistema.

- 1 Estudiante de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Correspondencia: xoch.fglez@gmail.com
- 2 Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Biología.
- 3 Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias del Diseño y la Construcción, Departamento de Geotecnia e Hidráulica

## GANADERÍA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE

Manuel Agustín Reed Segovia<sup>1</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

En México el 52 % de su territorio es árido y semi árido y su aprovechamiento, en su mayoría, es de ganadería extensiva. Estos lugares, por su sobrepastoreo, tala, y manejo inadecuado, han ido perdiendo: suelo, materia orgánica, microorganismos, cobertura vegetal, flora y fauna silvestres nativos del semiárido mexicano y con consecuencias productivas hacia la baja (pérdida de productividad).

La Asociación Nacional de Ganadería Diversificada Criadores de Fauna (ANGADI) y la FPA defienden y promueven que el rescate de ecosistemas, ya que ayudan a tener más agua disponible y de mejor calidad, mayor cantidad en volumen y calidad de alimento, escondites y madrigueras, incremento a la biodiversidad y, sobre todo, una reproducción más sana y numérica de la fauna silvestre y la ganadería doméstica también incrementa su productividad.

En los últimos años los organismos internacionales reconocen que el SUELO secuestra 2.5 veces más carbono que la misma flora (bosques), y este principio se basa en la cantidad de materia orgánica (porcentaje) que el suelo tenga. Tan solo un 1 % de materia orgánica en el suelo puede: almacenar 180,000 litros de agua por hectárea, 1395 kg de nitrógeno orgánico, recibe muchas formas de microorganismos vivos y potencia su productividad forrajera (materia seca) en un 150% a 300%.

Para incrementar materia orgánica en suelos ganaderos y colaborar a revertir el Cambio Climático y ser más Productivos, se debe inteligentemente: promover la cobertura vegetal (siembras y manejo), técnicas de restauración y conservación de suelos (curvas de nivel, piedras acomodadas, retenes, ollas, cercos vivos, etc.) y hacer mediciones anuales para poder medir la evolución de materia orgánica y su contribución en los ranchos.

<sup>1</sup> Fundación Produce Aguascalientes.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS SEQUÍAS EN LOS RECURSOS HÍDRICOS Y LA AGRICULTURA EN LAS ZONAS ÁRIDAS DEL NOROESTE DE MÉXICO

Enrique Troyo-Diéguez, Gustavo Mercado-Mancera, Alejandra Nieto-Garibay, Gregorio Lucero-Vega, F. Alfredo Beltrán-Morales, Francisco H. Ruiz-Espinoza y Bernardo Murillo-Amador

### RESUMEN

El cambio climático, el uso del agua y la agricultura son procesos relacionados entre sí, con efectos en los ámbitos locales y regionales. En condiciones normales, la sobreexplotación de los recursos agropecuarios provoca erosión del suelo y gradualmente desertificación, lo cual es exacerbado por el cambio climático. En el noroeste de México, la agricultura y ganadería son importantes consumidores de agua y los principales contribuyentes en los incrementos de las concentraciones de metano y óxido nítrico en la atmósfera, asimismo, son actividades que padecen los efectos de las sequías. En México, un evento fuerte de El Niño acarrea aumentos en las lluvias de invierno y decrementos considerables en las de verano, siendo estas últimas fundamentales para la ganadería extensiva y recarga de acuíferos. Para el noroeste de México, se detectaron los siguientes años a escala regional, asociados al fenómeno del Niño = 1958, 1966, 1978, 1988, 1993, 1995, 2003; al fenómeno del Niño fuerte = 1973, 1983, 1992, 1998; al fenómeno de La Niña = 1951, 1965, 1971, 1999, 2019; y al fenómeno Niña fuerte = 1956, 1974, 1976, 1989. En Baja California Sur, un decremento de 10 a 20% en la precipitación anual afectará la recarga de acuíferos, por lo cual el acuífero de La Paz reflejará un mayor déficit hídrico, que se estima se incrementará en más de 6 millones de  $m^3$  en los próximos seis años y para el 2025 el déficit alcanzaría -15.5 M de  $m^3$ . Como consecuencia de una menor recarga del acuífero, la agricultura se verá afectada por el avance de la intrusión marina, la cual afecta la calidad del agua subterránea, reflejándose en 17% de pozos con conductividad eléctrica mayor a  $4 \text{ dSm}^{-1}$ , además, en la necesidad de disminuir las extracciones para uso agrícola, previéndose reducciones de 500 millares anuales para los próximos seis años.



## ÍNDICE DE VEGETACIÓN (NDVI) Y SU RELACIÓN CON PROPIEDADES DEL SUELO Y MG Y N FOLIAR EN EL PARQUE NACIONAL IZTA-POPO

Juan Manuel Valderrábano-Gómez<sup>1</sup>, Gerardo Cruz-Flores<sup>1</sup> y José Donaciano Miguel-Jiménez<sup>1</sup>

### RESUMEN

Con base en la energía reflejada, la teledetección sirve para monitorear y detectar cambios en el funcionamiento de los ecosistemas. El Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI) es un cociente de bandas que mide la actividad fotosintética en función de su espectro electromagnético. Los suelos y la vegetación del Parque Nacional Izta-Popo (PNIP) han sido perturbados por diversos tipos de actividades antrópicas. El objetivo de ésta investigación es conocer, mediante imágenes Landsat ETM+ e índice de vegetación, el estado de los suelos del PNIP y de especies arbóreas y su relación con pH, materia orgánica (MO), N-total y Mg intercambiable del suelo y con los porcentajes de N y Mg foliares de individuos de los géneros *Pinus* y *Abies*. Se partió de la hipótesis de que mayor cantidad de N-total y Mg-intercambiable del suelo, dependen de alto contenido de MO y pH menos ácido, que hace más disponibles estos nutrimentos para incrementar en las acículas de *Pinus* y de *Abies religiosa* el contenido foliar de ellos elevando los valores de NDVI. Se estudiaron 77 sitios donde se tomaron al azar 5 muestras de suelo de 0-0.2 m de profundidad. En cada sitio se realizó una descripción ecológica y colectaron al azar, muestras de tejido foliar de los árboles citados. En 17 de los sitios, se midió el diámetro a la altura del pecho (1.3 m) dentro de un cuadrante de 50 m × 20 m y se determinó la altura de cada árbol para el cálculo de volumen de madera. Se encontró que las hojas de *A. religiosa* presentaron más Mg y N foliar en comparación con las de *Pinus*. También se encontró que los mayores valores de NDVI (mayor vigor) corresponden a bosques mejor conservados con mayor volumen maderable, más N foliar, pH menos ácido y más MO.

**Palabras clave:** Percepción remota, Bosques templados, *Pinus* sp, *Abies religiosa*,

<sup>1</sup> UNAM-FES Zaragoza.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## INFLUENCIA DE *Prosopis juliflora* (SW.) DC. (Fabaceae) EN EL DESARROLLO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN LAS DUNAS COSTERAS EN JALISCO

José Guillermo Vargas Lomelín, Miguel Ángel Macías Rodríguez, Patricia Zarazúa Villaseñor,  
Fabián Alejandro Rodríguez Zaragoza y Cecilia Neri Luna

### RESUMEN

Estudios señalan que las dunas costeras pueden ofrecer hasta veintitrés servicios ecosistémicos. La interacción entre geomorfología, suelo y vegetación forman un papel clave en los procesos ecológicos en las dunas costeras. La conservación de estas interacciones es clave para mantener sus servicios ecosistémicos. Jalisco es el estado que más vegetación relacionada a este ecosistema ha perdido. *Prosopis juliflora* es una de las especies florísticas con mayor dominancia en las dunas costeras de Jalisco. Actualmente, se desconoce el papel específico de *P. juliflora* en el desarrollo de las propiedades físicas y químicas del suelo en las dunas costeras de Jalisco. Bajo la hipótesis de que *P. juliflora* influye en el desarrollo de las propiedades físicas y químicas del suelo en las dunas costeras, se condujo el presente estudio. Para las propiedades físicas, se muestreó el suelo de cinco individuos, adentro y afuera del dosel de *P. juliflora*; para las propiedades químicas, se muestreó el suelo de estos mismos individuos adentro y afuera del dosel a dos profundidades distintas, en las dunas costeras de las playas de La Boca, Chalacatepec Sur y Las Glorias. Para inferir diferencias entre las muestras obtenidas adentro y fuera del dosel, se realizaron pruebas de hipótesis multivariadas basadas en permutaciones (PERMANOVA). Para identificar qué variables de las propiedades físicas y químicas están propiciando las diferencias entre los sitios y dunas costeras, se realizó un análisis de porcentaje de similitud (SIMPER). Los resultados del PERMANOVA señalaron diferencias significativas entre las propiedades físicas muestreadas adentro y afuera del dosel en las dunas de La Boca y la Gloria, mientras que, en cuanto a las propiedades químicas, las pruebas estadísticas no señalaron diferencias significativas en ninguna de las tres dunas costeras muestreadas.

**Palabras clave:** Matorral costero, pruebas estadísticas multivariadas.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## LA POLÉMICA DE LOS MICROORGANISMOS ASOCIADOS AL CONSUMO DE VERDURAS FRESCAS EXPORTADAS DE MÉXICO A USA

Pedro Osuna Ávila<sup>1</sup>, Juan Pedro Flores Margez<sup>1</sup> y Baltazar Corral Diaz<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los alimentos de origen vegetal no son tan inocuos como parecen y se han vuelto alimentos tan vulnerables para la transmisión de patógenos intestinales. Las verduras de consumo en fresco son susceptibles a la contaminación fecal, que podrían causar numerosos brotes epidémicos. La sobrevivencia de microorganismos patógenos, desde el lugar de la cosecha (con o sin estiércol usado como fertilizante, de aguas residuales para el riego o biosólidos), hasta los manipuladores del producto a lo largo de la cadena alimentaria podría ser una amenaza para la salud. En el 2008, en USA se encontraron brotes de *Salmonella* en chile jalapeño y tomates provenientes de México que paralizó su exportación. Estudios por la Administración de Alimentos y Medicinas (FDA) concluyeron que el agua de riego y el chile estaban contaminados y tenía relación con cepas de *Salmonella* en jitomates cultivados en México. Por otro lado, México aseguró que las bacterias encontradas en USA, era en la cutícula y no por dentro del jalapeño. Nuevamente, en el 2018 se infectan 200 personas por una cepa de *E. coli* asociada al consumo de lechuga romana picada en trozos, cuyo origen se le atribuyó a la región de cultivo de Yuma Arizona, USA. Aunque los investigadores en todos los casos buscan las fuentes exactas del brote, los consumidores pueden estar confundidos acerca de que alimentos son seguros para comer. Existe abundante información de bacterias endógenas con actividad promotoras del crecimiento, pero aún no es claro si las enterobacterias penetran los tejidos de frutas y verduras. Nuestros ensayos *in vitro* con zanahorias desinfectadas superficialmente mostraron crecimiento masivo de bacterias endógenas cuya identificación está en proceso. La polémica de los brotes epidémicos entre USA - México y la comparación de técnicas domésticas para erradicar estas bacterias entero-patógenas en chile jalapeño, se discutirán en este estudio.

**Palabras clave:** Bacterias, verduras frescas, aguas residuales, estiércol.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, ICB, Dpto. Químico Biológicas, Cuerpo Académico Sistemas de Producción Agrícola. Autor de contacto: Pedro Osuna Ávila.

## LAS BIOCOSTRAS AFECTAN LA BIOGEOQUÍMICA DEL SUELO DE UN ECOSISTEMA SEMIÁRIDO MEXICANO: UNA SÍNTESIS

Noé Manuel Montaña Arias<sup>1</sup>, Sara Lucía Camargo-Ricalde<sup>1</sup>, Susana A. Montaña-Arias<sup>2</sup>, Eduardo Chimal Sánchez<sup>1</sup> y Rosalva García-Sánchez<sup>3</sup>

### RESUMEN

La biogeoquímica de las biocostras (BC) en ecosistemas semiáridos de México es crítica en la fertilidad del suelo. Este estudio, realizado en el Valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca, examinó el efecto de las BC y de su interacción con *Mimosa luisana* (Leguminosae) en la dinámica estacional del C y N, microfauna, biomasa y grupos microbianos del suelo. Para ello, se colectó suelo (n= 7, prof. 3cm) ubicado debajo de las BC en: i) Islas de recursos (BC-IR) de *M. luisana*, ii) Fuera de IR (BC-FIR) y iii) Áreas abiertas (AA), en las estaciones de secas y lluvias. La composición de las BC varió estacionalmente entre BC-IR y BC-FIR, y aportó 10, 8 y 7 especies de musgos, líquenes y cianobacterias, respectivamente. La cobertura de musgos fue mayor en BC-IR-*M. luisana* que en BC-FIR; mientras que los líquenes tuvieron el patrón inverso y las cianobacterias no difirieron entre condiciones. Las BC-IR-*M. luisana* y BC-FIR atenúan la temperatura y humedad, y en lluvias ambas favorecen la retención y entrada de COS promoviendo la actividad microbiana del suelo y favoreciendo la fijación de N<sub>2</sub>, mineralización del C y N y la retención de estos nutrientes en la biomasa microbiana. Además, las BC dentro y fuera de IR-*M. luisana* tienen mayor densidad y riqueza de taxa de microfauna, entre los que predominan ácaros, insectos y colémbolos, cuya densidad varió con la estacionalidad. La descomposición del mantillo fue mayor sobre BC-IR, intermedia en BC-FIR y baja en AA, y la composición de la microfauna cambió durante este proceso. Bacterias, actinomicetos, solubilizadores de fósforo y hongos micorrizógenos arbusculares son favorecidos por las BC-IR y en menor medida por las BC-FIR. Las BC dentro o fuera de IR-*M. luisana* forman "mantos de fertilidad biodiversos" que regulan la biogeoquímica del suelo en este ecosistema semiárido.

**Palabras clave:** Costras biológicas, carbono, ecología de interacciones, ecología microbiana del suelo, nitrógeno, Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

- 1 Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- 2 Posgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.
- 3 Laboratorio de Zonas Áridas, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## LEPTOSOL, SUELO PREFERIDO DE CUATRO ESPECIES DEL GÉNERO *Mammillaria*

Gámez Barajas Carmina<sup>1</sup>, Ríos Gómez Ramiro<sup>2</sup> y Espinosa Hernández Vicente<sup>1</sup>

### RESUMEN

Conocer el suelo con mayor influencia donde tres especies del género *Mammillaria*, *M. compressa*, *M. flavicentra* y *M. dixanthocentron* se establecen hereda gran información para comprender su distribución, además, de contribuir a vislumbrar los requerimientos mínimos que necesitan. Para generar éstos conocimientos, se muestreo un total de 15 puntos en Hidalgo, San Luis Potosí y Oaxaca. Se realizó una caracterización ecológica, se hicieron cortes edáficos, se describieron *in situ* con la propuesta de Cuanalo de la Cerda, la identificación se realizó con base a la WRB. A una profundidad de 0-10 cm se tomaron muestras simples para su caracterización física, química y nutrimental, Nt, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> y K<sup>+</sup>, estos últimos por lectura en espectrofotometría de absorción atómica. Se realizaron 4 repeticiones. Del total de los sitios, el 75% fueron leptosoles, mismos que presentan gran heterogeneidad. La roca madre fueron: calcárea, andesita y basáltica. De las propiedades más relevantes se encuentra clase textural, con cuatro diferentes, conductividad eléctrica que van de 0.19 a 2.18 d Sm<sup>-1</sup>, ésta última, suelo donde se establece *M. dixanthocentron*, contenidos de materia orgánica de 4.08 para *M. compressa* a 14.30%, *M. flavicentra* y pH entre 8.07 y 7.02, para las especies antes mencionadas en el mismo orden. *M. flavicentra*, se establece en suelos con los más altos contenidos de Ca<sup>+2</sup>, no obstante, en todos los sitios el K<sup>+</sup> es el nutrimento con mayor presencia alcanzando los 32.36 g kg<sup>-1</sup>. El reflejo de esta diversidad edáfica se explica por los ambientes de formación tan desiguales, es decir, matorrales xerófilos, bosques espinosos, bosque de *Quercus* y bosque tropical caducifolio. Por lo anterior, el suelo Leptosol presenta diversidad en cuanto a sus propiedades físicas, químicas y nutrimentales, por ello, es capaz de sustentar diversas especies con diferentes requerimientos además de otorgar gran especificidad y con ello heredar el endemismo.

**Palabras clave:** perfil, cactáceas, distribución.

1 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. gamez.carmina@colpos.mx.

2 Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Unidad de Investigación en Sistemática Vegetal y Suelo, Laboratorio de Restauración de Suelo. DGAPA-PAPIME clave PE212415.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR ÁREAS PRIORITARIAS DE RECUPERACIÓN DEL SUELO POST-INCENDIO, CERRO ATACAZO–ECUADOR

Karen Mishell Naula-García<sup>1</sup> y Daniela Vanessa Díaz Macas<sup>1</sup>

### RESUMEN

En septiembre del 2018 se presentó un incendio forestal en el cerro Atacazo, provincia de Pichincha-Ecuador, que consumió alrededor de 1,260 hectáreas de pajonales y bosques primarios, provocando un grave daño ambiental principalmente a la función reguladora y almacenadora de agua, en el suelo y la vegetación del ecosistema páramo. Este estudio propone una metodología para la identificación de áreas prioritarias de recuperación post-incendio, mediante la integración de análisis multiespectral de imágenes satelitales Sentinel 2 (nivel 1C) y análisis físico químico del suelo. Para lo cual, se determinaron índices espectrales; *IAQ*, *NDWI* y *NDVI* del área quemada, antes y después del flagelo; se muestrearon aleatoriamente 80 puntos que caracterizaron las propiedades físico químicas del suelo, posteriores al incendio, como repelencia al agua (prueba WDPT), pH y conductividad eléctrica (Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000) junto a estructura, color y consistencia (Guía de levantamientos de suelos de FAO). Se obtuvieron mapas de severidad del incendio, pérdida de humedad, pérdida de calidad y cantidad de vegetación post-incendio, además de mapas de modelos geoestadísticos de pH y conductividad eléctrica, obtenidos con Kriging Ordinario. Los resultados fueron integrados a través de álgebra de mapas y proceso de análisis jerárquico, matriz Saaty; se logró un mapa de áreas prioritarias de recuperación, asimismo el suelo se encuentra ligeramente repelente al agua, con consistencia y estructura más friable, ha perdido porosidad con pérdida de permeabilidad y retención de agua, presenta facilidad de ruptura de agregados con mayor riesgo de erosión del suelo; y con pH críticos de páramo en promedio 5.5. En conclusión, la metodología propuesta es más acertada para áreas de estudio que abarquen mayor territorio con mayor heterogeneidad y dispersión de incendios; como áreas protegidas a nivel nacional, departamentos o provincias donde se requiera un estudio previo para la intervención y recuperación del suelo post-incendios.

**Palabras Clave:** teledetección, edafología, quemas, restauración, páramo.

<sup>1</sup> Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Ecuador. kmnaula@espe.edu.ec

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN LA PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI

Luz María Isabel Miguel Cruz<sup>1</sup>, Juan José Almaraz Suárez<sup>1</sup>, Ernesto Gabriel Alcántar González<sup>1</sup> y Rosalba Esquivel Cote<sup>1</sup>

### RESUMEN

El brócoli es cultivado con altas dosis de fertilización, las que al no ser aprovechadas en su totalidad por la planta, ocasionan problemas de contaminación. Las Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (RPCV) son una alternativa de solución a esta situación. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inoculación de dos cepas de *Pseudomonas tolaasii* y la fertilización mineral con N-P-K sobre el rendimiento y contenido nutrimental del brócoli (*Brassica oleracea* L.). El experimento se estableció en San Pablo Ixayoc, Texcoco, Edo. de México en 2018. Se establecieron semilleros usando como sustrato *peat moss* y agrolita (2:1) donde se inocularon dos cepas de RPCV (*Pseudomonas tolaasii* P61 y *P. tolaasii* A46) en brócoli. El trasplante se realizó a los 35 días después de la siembra (DDS). Los tratamientos fueron la inoculación de cepas bacterianas y un testigo en combinación con dos niveles de fertilización (90-28-72 y 45-14-36 de N-P-K). En la cosecha (125 DDS), las variables evaluadas fueron: contenido de N, P y K en planta, peso fresco, altura, diámetro de la pella y rendimiento. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS versión 9.4. El tratamiento inoculado con la cepa P61 y con la dosis 90-28-72 de N-P-K obtuvo los valores más altos en la extracción de N y P, diámetro, altura y peso fresco de pella. Además este tratamiento resultó con el rendimiento más alto (17.8 ton/ha), superando a los dos tratamientos fertilizados y sin inoculación que presentaron rendimientos de 11.1 y 13.4 ton/ha, respectivamente. El uso de RPCV en cultivos hortícolas como el brócoli resulta ser una tecnología sustentable, amigable con el ambiente, que podría reducir dosis de fertilización y por ende costos de producción.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

## ZONIFICACIÓN, DIVERSIFICACIÓN Y PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL EN 20 CULTIVOS PARA EL ESTADO DE NUEVO LEÓN

Gustavo Andrés Ramírez Gómez<sup>1</sup> y Edgar Vladimir Gutiérrez Castorena<sup>1</sup>

### RESUMEN

Las predicciones de la producción de alimentos están sujetos a múltiples variables tanto por características en manejo del cultivo como por efecto de fenómenos naturales. La agricultura como actividad micro empresarial está sujeta a mecanismos predictivos de variables climáticas y edáficas para brindar certeza en la producción sostenible. El objetivo de la presente investigación es conjugar métodos predictivos de 20 cultivos (granos básicos, hortalizas, y frutales) con valor económico en mercados nacionales y estratégico para el estado de Nuevo León, localizando áreas potenciales con diversificación agrícola, a partir de proyecciones de eficiencia térmica, periodo libre de heladas, clasificación y degradación de suelos, régimen hídrico el suelo y aptitud del cultivo para cada municipio del estado. Los resultados muestran, ubican y cuantifican áreas sobre mapas temáticos agrícolas en granos básicos como: maíz, sorgo y trigo (rendimiento/superficie) en 9 Ton ha<sup>-1</sup>/30%; 4 Ton ha<sup>-1</sup>/69% y 6 Ton ha<sup>-1</sup>/22% respectivamente. En hortalizas como: cebolla y Chile habanero en 57 Ton ha<sup>-1</sup>/4% y 32 Ton ha<sup>-1</sup>/0.2%, y frutales como naranja que proyectó 35 Ton ha<sup>-1</sup>/0.1% de la superficie estatal. Los municipios con mayor diversidad proyectada por su diversificación son: Salinas Victoria con el 4% del área para cultivos de granos básicos, hortalizas y frutales, China en cultivos de grano (sorgo) y frutales (naranja) con 22% de la superficie, y Gral. Terán y Galeana para cultivos de granos y hortalizas con 8.2 y 8.3% respectivamente. Los valores cuantitativos de datos climáticos y edáficos expresados sobre mapas temáticos, zonifican y proyectan la diversidad de cultivos con estimaciones de rendimientos potenciales máximos, posicionando a las áreas agrícolas bajo un sistema de producción de intensivo.

**Palabras clave:** Eficiencia Térmica, Aptitud de cultivos, Clasificación y Degradación de suelos.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Centro de Agricultura Protegida. Francisco I. Madero S\_/n, Hacienda el Canadá. 66050 Gral. Escobedo, N.L.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL



## II. Relación suelo-clima-biota

Uso y manejo del agua

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DEL SUELO EN LA NANOCUENCA UNSIJ

Rosalba F. Cruz Bautista<sup>1</sup>, Ricardo Clark Tapia<sup>2\*</sup>, Cecilia Alfonso Corrado<sup>2</sup>, Víctor Aguirre Hidalgo<sup>2</sup> y María Magdalena Mendoza Díaz<sup>2</sup>

### RESUMEN

El proceso de infiltración es de gran importancia dado que su velocidad determina la cantidad de agua de escurrimiento dentro de la cuenca, y cuyo conocimiento es esencial para su gestión. El objetivo del presente estudio fue analizar la capacidad de infiltración del suelo en diversos perfiles altitudinales y estratos arbóreos en la nanocuenca de la UNSIJ, Oaxaca. La nanocuenca pertenece a la microcuenca Río Grande y se localiza en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Esta área registra escurrimientos superficiales asociados a precipitaciones extremas ocurrido en eventos de anomalías climáticas mayores a 20 mm, y se desconoce qué pasa con el agua en el suelo en precipitaciones menores a esa cifra. Se realizaron análisis físicos al suelo y pruebas de infiltración con infiltrometro de doble anillo, además de estimar la morfometría del área de estudio. La infiltración y evaporación del suelo obtenida en campo fue alta, la cual se relacionó significativamente con las características físicas del suelo (% humedad, capacidad de retención de agua, textura, densidad real y aparente). Estos resultados sugieren que en precipitaciones menores a 20 mm el agua del suelo se evapora y/o es consumida por la vegetación, además que la infiltración es alta y ocurre a nivel subsuperficial. Los patrones de escurrimiento e infiltración son diferentes entre con episodios de lluvias de baja y alta intensidad (mm/hr). Esta información será útil para realizar una gestión adecuada de la nanocuenca y para la microcuenca de Río Grande.

**Palabras clave:** escurrimiento, evaporación, gestión, precipitaciones extremas.

1 Estudiante de la Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad de la Sierra Juárez. UNSIJ. Av. Universidad S/N Ixtlán de Juárez, C.P. 68725 Oaxaca.

2 Profesor Investigador del Instituto de Análisis Ambiental.

\* Autor para correspondencia: rclark@unsij.edu.mx

## CALIDAD DEL AGUA PARA LA AGRICULTURA DEL RÍO SAN PEDRO EN NAYARIT

Martínez-Rodríguez Oscar Germán<sup>1</sup>, Can-Chulim Álvaro<sup>2</sup>, Ortega-Escobar Héctor Manuel<sup>3</sup>, Cruz-Crespo Elia<sup>2</sup>, Bojórquez-Serrano José Irán<sup>2</sup>, García-Paredes Juan Diego<sup>2</sup> y Madueño-Molina Alberto<sup>2</sup>

### RESUMEN

El Río San Pedro nace en la Sierra de Durango, atraviesa la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental y desemboca en la Llanura Costera del Pacífico. Esta última, tiene un alto potencial agrícola, donde, el río San Pedro es la principal fuente de agua para riego. No obstante, por ser área costera, se encuentra vulnerable a la salinización natural de los suelos, además, los malos manejos del agua de riego son la principal causa de salinización antrópica. Por ello, es importante considerar la calidad del agua, de esta depende el manejo apropiado para evitar problemas por su aplicación. Con el objetivo de evaluar la calidad del agua para uso agrícola, se determinó el pH, CE, RAS, CSR y el grado de restricción por toxicidad de Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>. Se establecieron nueve sitios de muestreo en el cauce, se realizaron cuatro muestreos en un periodo de dos años, al concluir el temporal de lluvias y estiaje de cada año. De acuerdo a su CE, los sitios se agruparon en aguas de baja y alta concentración. En las primeras, se encontraron intervalos de pH=7.26-8.89, CE=131-367  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , RAS=0.94-1.41 y CSR=0.28-0.69; no existió ningún grado de restricción de los iones Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>. En las aguas de alta concentración, se obtuvieron intervalos de pH=7.26-7.84, CE=2350-43130  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , RAS=9.06-46.59, y CSR=-4.14-64.50; tienen un grado severo de restricción por toxicidad de los iones Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>. Las aguas de alta concentración no son aptas para el riego y las de baja concentración fueron de buena calidad, no presentan repercusiones sobre las propiedades físicas de los suelos y son altamente recomendadas en suelos ácidos, sin embargo, en suelos alcalinos se debe tener cuidado con la nutrición de los cultivos.

**Palabras clave:** zonas costeras, RAS, CSR.

- 1 Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, México. Carretera Tepic-Compostela Km 9. C.P. 63155.
- 2 Unidad Académica de Agricultura/Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, México. Carretera Tepic-Compostela Km 9. C.P. 63155.
- 3 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, México. Carretera México-Texcoco, Km 36.5. C.P. 56230.

## COMPARACIÓN DE LA FRECUENCIA DE RIEGO MEDIANTE USO DE TENSIÓMETRO EN DOS SISTEMAS DE RIEGO

Ariel Méndez Cifuentes, Luis Alonso Valdez Aguilar,  
Martin Cadena Zapata y José Antonio González Fuentes

### RESUMEN

La subirrigación es un sistema factible para lograr la optimización de agua y fertilizantes en el desarrollo de un cultivo bajo invernadero y lograr una producción de calidad, reduciendo la contaminación del suelo por exceso de sales, beneficiando así al medio ambiente; sin embargo, para ser eficientes en el uso de recursos naturales es necesario la adecuada selección del medio de crecimiento y del control eficiente del riego en este sistema. El objetivo fue determinar el comportamiento en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate bajo el sistema de subirrigación y riego por goteo con diferente forma de control de frecuencia de riego; así como evaluar el comportamiento del desarrollo radicular del cultivo, pH y CE del medio de crecimiento. Se utilizaron plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Climstar. Los tratamientos empleados fueron dos sistemas de riego (subirrigación y riego por goteo) y dos formas de control de la frecuencia del riego (con y sin tensiómetro). El diseño experimental fue de bloques completos al azar con seis repeticiones por tratamiento. El rendimiento del cultivo tomate fue ligeramente mayor en el sistema de riego por goteo con el uso de tensiómetro, seguido de goteo sin tensiómetro, estos tratamientos, también, obtuvieron ligeramente valores altos en peso seco de hoja, tallo y fruto comprándolos con subirrigación. El pH del medio de crecimiento fue menor en sustrato sometido a riego por subirrigación con tensiómetro, este mismo tratamiento presentó la mayor CE del sustrato. En el uso de agua, el sistema de riego por goteo consume mayor cantidad de agua con respecto al sistema de subirrigación. Estos resultados indican que el sistema de subirrigación es factible y prometedor ya que no presenta una disminución excesiva en el rendimiento y se ahorra hasta un 60% en el consumo de agua.

**Palabras clave:** Cero lixiviación, Subirrigación, Tensiómetro, Tomate.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CULTIVO DE TOMATE CON BAJO VOLUMEN DE RIEGO EN SUSTRATO DE SUELO Y ESTIÉRCOL CAPRINO

Luis Eduardo Tamayo Ruiz<sup>1</sup>, Patricio Rivera Ortíz<sup>1</sup>, Efraín Neri Ramírez<sup>1</sup>, Benigno Estrada Drouaillet<sup>1</sup> y Elizabeth del Carmen Andrade Limas<sup>1</sup>

### RESUMEN

La escasez de agua de uso doméstico y agropecuario es un problema muy grave en muchas regiones de México y el mundo. En la población de escasos recursos, rural o semiurbana de zonas áridas y semiáridas, muchas familias podrían producir parte de sus requerimientos alimenticios en huertos familiares o de traspatio. Se ensayó la producción de tomate en macetas utilizando cantidades deficitarias de agua para riego en un sustrato a base de suelo y estiércol caprino.

Se realizó un experimento en la zona centro del estado de Tamaulipas con el cultivo de tomate tipo saladette variedad Río Grande en macetas, bajo condiciones de invernadero, durante las estaciones de otoño e invierno. El volumen total de riego requerido T100% se determinó con base en el modelo de evapotranspiración de Jensen-Haise y el coeficiente de cultivo de tomate y fue de 1.687 L/planta/día en la etapa de fructificación. A partir de esta cantidad se evaluaron dos niveles deficitarios de riego T80% (1.350 L/planta/día) y T60% (1.012 L/planta/día), los cuales representan 20 y 40 % menos de agua de riego que el nivel requerido, respectivamente.

El cultivo tuvo un crecimiento significativo, muy similar en los tres niveles de riego, aproximadamente de 1.1 m de altura. Se obtuvo también un rendimiento satisfactorio de fruto, muy semejante entre los tres tratamientos de agua, 1.3 kg/maceta. El crecimiento y producción del cultivo fueron satisfactorios a pesar de regarse con volúmenes de agua inferiores en 20 y 40% del volumen total de riego requerido. Esto significa que la producción de tomate no fue afectada por niveles deficitarios de riego de hasta un 40%. El índice de productividad de agua fue mayor a menor cantidad de riego aplicado ya que se obtuvieron hasta 17.3 kg de fruto de tomate por m<sup>3</sup> de agua agregada.

**Palabras clave:** escasez de agua, macetas, riego deficitario

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. a fin de poder participar en el 44o Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Muchas gracias y reciba un cordial saludo.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## DINÁMICA DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN DOS VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus* spp.) BAJO FERTIGACIÓN EN EL ALTIPLANO POTOSINO

Monroy-Pedroza Diego<sup>1</sup>, Martínez-Hernández José de Jesús<sup>1</sup>, Torres-Aquino Margarita<sup>1\*</sup> y Trinidad-Santos Antonio<sup>2†</sup>

### RESUMEN

El amaranto es un cultivo adaptado a condiciones agroclimáticas de regiones áridas y semiáridas, como el Altiplano Mexicano. Sin embargo, existe escasa información de parámetros de crecimiento y manejo del cultivo bajo fertigación que permita mejorar la productividad. Se evaluaron bajo fertigación *Amaranthus hypochondriacus* var. Frondosa y *A. cruentus* var. Dorada para caracterizar crecimiento, acumulación y distribución de materia seca (MS) y producción de forraje y grano en San Luis Potosí. En un diseño de bloques completamente al azar, con seis repeticiones; se tuvieron 25 plantas m<sup>-2</sup> con fertilización orgánico-mineral complementada nutrimentalmente (fertigación), con una lámina de riego total de 321 mm. Se muestrearon estructuras vegetativas en distintas etapas fenológicas, para obtener el peso de materia fresca (MF) y materia seca (MS). Finalmente, se determinó rendimiento y eficiencia del uso del agua (EUA). Frondosa tuvo un desarrollo de 96 días después de emergencia (DDE), mientras que Dorada se desarrolló en 103 DDE. La acumulación de materia seca total al final del ciclo de cultivo no fue significativa ( $P < 0.05$ ) entre variedades (46.93 y 42.53 g planta<sup>-1</sup>), Frondosa y Dorada (respectivamente). Sin embargo, ésta acumulación fue diferente ( $P < 0.05$ ) entre variedades en las estructuras, habiendo una acumulación relativa de biomasa en la parte vegetativa de 60.85% en Dorada y 45.94% en Frondosa; mientras que en la parte reproductiva se observa 29.79% para Dorada y 47.13% Frondosa. Finalmente, Frondosa tuvo mayor ( $P < 0.05$ ) producción de grano (2.3 t ha<sup>-1</sup>) y EUA (7.1 kg mm<sup>-1</sup>). Mientras que la producción nacional, en la misma temporada (Otoño-Invierno) reporta rendimiento promedio de grano de 0.90 t ha<sup>-1</sup>. Por su parte, Dorada superó ( $P < 0.05$ ) a Frondosa en producción de MF (69.6 t ha<sup>-1</sup>) y EUA (194.7 kg mm<sup>-1</sup>). De acuerdo a los resultados, el amaranto bajo fertigación permite obtener alta producción con uso eficiente de recursos disponibles.

**Palabras clave:** *Amaranthus* spp., dinámica de crecimiento, componentes de rendimiento, fertigación, eficiencia de uso de agua.

1 Posgrado Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide No. 73, Colonia Centro. Salinas de Hidalgo, CP 78620, San Luis Potosí, México.

\* Autor para correspondencia: Margarita Torres-Aquino: maquino@colpos.mx

2 Departamento de Edafología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. CP 56230 Montecillo, Edo. de México, México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## REMOCIÓN DE ARSÉNICO (As) DEL AGUA DE RECHAZO DE ÓSMOSIS INVERSA MEDIANTE UN HUMEDAL CONSTRUIDO CON *Eleocharis macrostachya*<sup>1</sup>

Jesús Manuel Ochoa-Rivero<sup>2</sup>, Mario Alberto Olmos Márquez<sup>3</sup>, Cecilia Guadalupe Sáenz Uribe<sup>3</sup> y Héctor Ramírez Garduño<sup>2</sup>

### RESUMEN

En años recientes se ha evidenciado el impacto ambiental que representa la generación de rechazo de ósmosis inversa proveniente de sistemas de tratamiento de agua. Por tanto, se ha sugerido el uso de humedales como una alternativa sustentable para tratamiento de los contaminantes contenido en este tipo de residuo y la recuperación de agua. El objetivo fue evaluar la remoción de Arsénico (As) del agua de rechazo de ósmosis inversa mediante un humedal construido en Julimes, Chihuahua, México. Se implementó un humedal de flujo subsuperficial, el cual consistió en dos celdas paralelas (H1 y H2) con sustrato de arena y la especie *Eleocharis macrostachya* para la remoción de As del rechazo de ósmosis inversa, en la localidad de Julimes, Chihuahua. Se analizaron diferencias de entrada y salida de As mediante Prueba de T de Student para muestras no independientes (pareadas) y para medir diferencias entre celdas se utilizó la Prueba de T de Student para muestras independientes con varianzas iguales. La concentración de As promedio obtenida fue de  $91.5 \pm 51 \mu\text{gL}^{-1}$ , donde la celda H1 tuvo una eficiencia de retención de As de  $58.55 \pm 14.5\%$  y la celda H2  $47.05 \pm 10.9\%$ . También se encontró que la disminución de As tuvo una correlación lineal con la conductividad eléctrica (CE) inicial de 0.75 ( $P < 0.001$ ), así como con la temperatura inicial del agua de 0.51 ( $P < 0.05$ ), lo cual indica la importancia de los parámetros fisicoquímicos que pueden llegar a afectar los mecanismos de remoción de As. La concentración de As obtenida por el humedal construido fue menor al límite máximo permisible en agua residual tratada para riego agrícola, con lo que se cumple el objetivo particular de obtener un efluente para reutilización. La implementación de los humedales construidos es una alternativa para la problemática del As en el rechazo de ósmosis inversa.

**Palabras clave:** agua, riego, fitorremediación.

- 1 Proyecto de Investigación: "Remoción de Arsénico del agua de rechazo de sistemas de ósmosis inversa a través de un sistema piloto de humedales de tratamiento", convocatoria Atención a Problemas Nacionales 2014-248102, apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- 2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). C.E. La Campana, Chihuahua, México. ochoa.jesus@inifap.gob.mx
- 3 Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología.

## III. Aprovechamiento del recurso suelo

Conservación del suelo



I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## APLICACIÓN DE FERMENTACIÓN LÍQUIDA PARA LA RECUPERACIÓN DE ARENAS DE FUNDICIÓN

Ángel Leal-Rodriguez<sup>1,3</sup>, Angélica Ruiz-Font<sup>1</sup>, Efrain Rubio-Rosas<sup>2</sup>,  
Fabilola Merlo-Ruiz<sup>3</sup>, Omar Flores Sanchez<sup>3</sup> y Odilón Vázquez-Cuchillo<sup>3\*</sup>

### RESUMEN

La manufactura de automotores involucra involucran diferentes procesos como es el fundido mediante moldes de arena que después de varios ciclos se desechan representando una fuente de contaminación. Entonces la recuperación de este tipo de arenas permitirá disminuir los costos además de conservar el medio natural por más tiempo. Para el desarrollo del presente trabajo se realizó mediante un proceso de fermentación líquida a partir de microorganismo (MC) autóctonos recolectados de la Cd. de Puebla. Se determinaron las condiciones óptimas de crecimiento para su reproducibilidad. Inicialmente los MC fueron inoculados, tomado 10 gramos de suelo y colocándolo en solución salina. Para ser depositados en diferentes medios selectivos modificados, una vez obtenidos un crecimiento homogéneo fueron purificados e identificados. Para poder incrementar la selectividad del MC hacia los compuestos contaminantes presentes en la arena de fundición, los cuales principalmente son resinas fenólicas, se volvió a inocular los MC en medios con arena en diluciones de 1/20 del medio selectivo. Una vez que se logró que se estabilizara la velocidad de crecimiento de los MC se procedió a colocar 5 ml del cultivo madre obtenido en un reactor tipo Bach con agitación a 32 °C con volumen de 750 ml y 250 g de arena de fundición. Los resultados obtenidos permiten demostrar que después de 7 días en el sistema de fermentación líquida, se obtuvo una remoción de más del 80% de compuestos orgánicos presentes en la arena de fundición.

1 Centro de investigación en Biotecnología Aplicada, Instituto Politécnico Nacional.

2 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología.

3 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla.

\* E-mail: odilon.vazquez@itpuebla.edu.mx

## ARBUSTIVAS Y HERBÁCEAS EN PROCESOS DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA EN UN CLIMA SEMISECO

David Cristóbal Acevedo-Martínez<sup>1</sup>, Irma Díaz-Aguilar<sup>2</sup>, Jesús Eduardo Cahuich-Damián<sup>1</sup>, Julio Cesar Buendía-Espinoza<sup>1</sup> y Pedro Arturo Martínez-Hernández<sup>1</sup>

### RESUMEN

Restaurar ecosistemas degradados aumenta la biodiversidad mediante la recuperación, rehabilitación y restauración. La rehabilitación ecológica de sistemas degradados comienza recuperando de manera pasiva o activa, donde la rehabilitación activa (recuperación de velocidad asistida) es de los más utilizados en nuestro país, a través de especies leguminosas y gramíneas para rescatar superficies degradadas debido a su capacidad de adaptación en ambientes precarios. Los procesos degradativos del suelo son comunes en climas semisecos, por ello, el objetivo del estudio es: Evaluar el desempeño de herbáceas y leguminosas anuales y perennes forrajeras bajo un diseño silvopastoril para contribuir con información de procesos de rehabilitación ecológica en suelos de clima semiseco de San Felipe Teotitlán. Para ello se cuantificará y relacionará las diferentes variables de la comunidad herbácea y arbustiva (sobrevivencia, altura y cobertura), con las variables edáficas (materia orgánica, N, P, K, Fe, Mn, Zn y B), que den indicios en el mediano y largo plazo de procesos de rehabilitación ecológica. Resultados preliminares muestran que las variables vegetales se acrecentan a medida que contenido de N es mayor, sin embargo, se está trabajando en la relación existente entre macro y micronutrientes y las variables vegetales estudiadas a fin de incrementar los recursos técnicos en el área con similitud edáfica. La reducción en la degradación del suelo se planea tendrá impacto sobre la comunidad trayendo beneficios socioeconómicos y ecológicos en áreas degradadas, generando una proyección en los sucesos naturales de rehabilitación edáfica a través del uso de leguminosas y gramíneas anuales y perennes.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Chapingo.

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

## CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE RAÍCES DE 5 ESPECIES NATIVAS DEL NORESTE DE MÉXICO PARA PROTECCIÓN DE LADERAS

Brenda Liliana Fernández Villarreal<sup>1\*</sup>, Israel Cantú Silva<sup>1</sup>,  
Humberto González-Rodríguez<sup>1</sup> y Rebeca Guadalupe Zavala-González<sup>1</sup>

### RESUMEN

La vegetación con sus raíces aumenta la resistencia al deslizamiento del suelo en pendientes inestables. La fuerza de tensión de las raíces es un factor útil para la estabilización de suelo. Con el propósito de comprender el efecto de los componentes químicos de la raíz en sus propiedades mecánicas, se realizaron pruebas en 75 muestras de raíz con diámetros de 0.20 a 9.9 mm de cinco especies nativas del Noreste de México, *Decatropis bicolor*, *Zanthoxylum fagara*, *Caesalpinia mexicana*, *Broussonetia papyrifera* y *Dalea hospes*. Las raíces se dividieron en clases de 3 diámetros, la categoría I (0.10 mm a 2.9 mm) categoría II (2.9 mm a 6.0) y categoría III (6.1 mm a 9.9 mm). Para cuantificar el contenido de celulosa, lignina, y hemicelulosa se utilizó el método basado en el desarrollado por Leavitt y Danzer (1993). El contenido de lignina fluctuó entre valores de 7.20 % en la categoría diamétrica I en *Decatropis bicolor* a 27.73 % en la categoría diamétrica III de la misma especie. El contenido de celulosa varió entre 17.30% en la categoría diamétrica III en *Zanthoxylum fagara* a 60.34% en la categoría diamétrica I en *Dalea hospes*. Los contenidos de hemicelulosa variaron de 20.48% en la categoría diamétrica III en *Broussonetia papyrifera* a 59.66% en la categoría diamétrica I en *Caesalpinia mexicana*. El contenido de celulosa se correlacionó negativamente con el contenido de lignina pero positivamente con el contenido de hemicelulosa. Debido a que la fuerza de tensión está controlada por el contenido de celulosa, las raíces con diámetros pequeños tienen mayor fuerza de tensión debido a que sus contenidos de celulosa son mayores. El orden de importancia en cuanto al contenido de celulosa y su uso potencial para protección de laderas fue: *Dalea hospes* > *Broussonetia papyrifera* > *Zanthoxylum fagara* > *Decatropis bicolor* > *Caesalpinia mexicana*.

**Palabras clave:** Vegetación, estabilización de laderas, fuerza de tensión, contenido de celulosa.

<sup>1</sup> Institución: 1 Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. Carretera Nacional Km 145, Linares, Nuevo León, México.

\* Autor de correspondencia: rebecagzg@gmail.com

## COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS EDAFOLÓGICAS ANTES Y DESPUÉS DEL ELECTROCULTIVO DE *Cucumis sativus*

César Morales<sup>1</sup>, Saray O. Cruz<sup>1</sup>, Javier Ángeles<sup>1</sup>, Sara Solís<sup>2</sup> y Erika Bustos<sup>1\*</sup>

### RESUMEN

El uso de energía eléctrica tiene influencia en la respuesta de sistemas biológicos llamado comúnmente electrocultivo, diferentes informes científicos han demostrado que la aplicación de una corriente o potencial constante utilizando al menos un par de electrodos ha mejorado la germinación de las semillas y el aumento de las plantas. Por esta razón, en nuestro grupo de investigación se ha estudiado el desarrollo de un protocolo para aumentar la germinación y la tasa de crecimiento del pepino (*Cucumis sativus*) en un suelo tipo Vertisol aplicando un campo eléctrico en presencia de superficies modificadas ( $\text{IrO}_2\text{-Ta}_2\text{O}_5\div\text{Ti}$ ). El electrocultivo se desarrolló utilizando los electrodos en una configuración 2D manteniendo los tratamientos en una cámara de crecimiento con luz artificial, que tiene las condiciones adecuadas para desarrollar el experimento sin mitigar el desarrollo eficiente de las plantas. De acuerdo a los resultados obtenidos, se tiene un mejor tiempo en la emergencia de las semillas, hojas verdaderas así como un aumento en la altura de las plantas y raíces en diferentes secciones de la celda electroquímica en comparación con los resultados obtenidos en las plantas que no fueron expuestas al electrocultivo, donde las propiedades edafológicas tienen un rol importante sin variación de pH, un incremento en la capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica y materia orgánica.

1 Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C. Parque Tecnológico Querétaro, s/n, Sanfandila, Pedro Escobedo, Qro., 76703, México.

\* ebustos@cideteq.mx

2 Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Boulevard Juriquilla 3001, Querétaro.

## CONSERVACIÓN DEL SUELO EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA SIERRA FRÍA. AGUASCALIENTES AGS., MÉXICO

Irma Georgina Sánchez Macías<sup>1</sup>, Joaquín Sosa Ramírez<sup>1</sup>,  
Vianney Beraud Macias<sup>1</sup> y Antonio de Jesús Meraz Jiménez<sup>1</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

Los sistemas sociales y los ecológicos son interdependientes, los primeros dependen de la biodiversidad y los servicios que los ecosistemas suministran. Los recursos y los servicios ecosistémicos se ven afectados por actividades humanas como la deforestación y la erosión de los suelos. Por ello se evalúa la integridad de los ecosistemas. El objetivo fue determinar la efectividad de las acciones de manejo para conservar el estado de salud del suelo dentro del Área Natural Protegida Sierra Fría. Dicha evaluación está basada en la metodología propuesta por la WWF y el Manual de indicadores naturales y sociales para evaluar la efectividad de la gestión de Áreas Protegidas. Se utilizó paralelamente la plataforma satelital SENTINEL para evaluar por medio de percepción remota la condición que guarda el uso y manejo del suelo dentro del área. De las diez variables utilizadas en las encuestas, los resultados muestran un manejo medianamente satisfactorio en nueve de los ámbitos, a excepción del ámbito legal, que muestra un manejo satisfactorio. Para verificar la integridad del ecosistema se obtuvieron las variables Conservación de la diversidad biológica y Mantenimiento de integridad del ecosistema. En la primera variable, la subvariable estado de la vegetación (cobertura vegetal primaria), muestra como promedio un manejo poco satisfactorio con valores entre 45.8% y 56.2% de cobertura. Respecto a la segunda variable, la subvariable densidad de caminos, muestra como promedio un manejo medianamente satisfactorio con valores de 11.1 a 22 m/ha. De igual manera, la subvariable índice de conectividad muestra como promedio un manejo poco satisfactorio con valores de 61.9 a 121.9. El ANP cuenta con porcentajes muy bajo de cobertura vegetal primaria, lo cual, a su vez, se ve reflejado en los valores tan bajos de conectividad dentro de la misma.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias, Aguascalientes, México.

## DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE A PARTIR DE CONCRETO RECICLABLE UNA ALTERNATIVA DE ALTA SUSTENTABILIDAD

Valeria Momox Thomé<sup>1</sup>, Luis Ricardo Morales Juárez<sup>2</sup>, Eduardo González Flores<sup>2</sup>,  
Ivan Alejandro Espinoza<sup>2</sup>, Oscar Gonzales Moreno<sup>2</sup> y Odilón Vázquez-Cuchillo<sup>2\*</sup>

### RESUMEN

El crecimiento de la industria de la construcción a nivel mundial juega un papel importante arrastrando muchos efectos negativos para el ambiente, lo que provoca la búsqueda de alternativas sustentables en dicha industria. Los objetivos de este trabajo es proponer el reciclaje de los residuos generados de la construcción y emplearse en ciertos porcentajes, como sustituto de la grava natural; así como evaluar una mezcla para generar un concreto permeable, que al emplearse en superficies de baja carga permitirá la recarga de mantos acuíferos y en consecuencia conservar grandes extensiones de suelo y minas. Para lograrlo se realizó un cribado en diferentes tamaños y se empleó la norma ASTM C 31 para la preparación y curado de especímenes de ensayo con dimensiones de 5.5 cm de diámetro por 10 cm de largo; utilizando una relación agua/cemento 0.38. Se determinó la resistencia a la flexión compresión; lográndose resultados similares al de un concreto de baja resistencia en las mezclas propuestas lo cual lo hace viable para ser usado en superficies de tráfico lo cual sería ligero. En cuanto a la permeabilidad promedio se obtuvo un valor de 0.42 cm/s, lo que le hace un concreto altamente permeable. Finalmente se determinó el grado de sustentabilidad del concreto diseñado contra el concreto común a partir de un índice propuesto tomando en cuenta aspectos como: intensidad (cualitativa), reversibilidad, persistencia, entre otros; lográndose demostrar la alta sustentabilidad que se logra al utilizar material reciclable en comparación con material nuevo.

1 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería Química.

2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, Av. Tecnológico 420, Maravillas, 72220 Puebla, Pue.

\* E-mail: odilon.vazquez@itpuebla.edu.mx

## DISEÑO HIDROLÓGICO CON LÍNEAS CLAVE EN PARCELAS AGRÍCOLAS

Amador-Sierra, J.<sup>1</sup>, Pérez-López, M.E.<sup>1</sup> y Ponce-Rodríguez, M.C.<sup>2</sup>

### RESUMEN

El diseño hidrológico con líneas clave (DHLC), es una técnica innovadora que permite mejorar la aptitud del suelo, aumentar su humedad y disminuir la erosión. Este diseño conduce las escorrentías desde las vertientes hasta las laderas, reduciendo su velocidad y con ello se favorece la infiltración, al dejar el agua disponible en el terreno por más tiempo a la vez que se reduce el arrastre de suelo. Con el objetivo de proponer el DHLC como una alternativa de conservación de suelo y agua se estableció el presente trabajo. Para evaluar el DHLC se utilizó un cultivo de frijol de temporal (2018), en donde se revisó el estado inicial de la parcela y los efectos posteriores a la cosecha en cuanto a la retención de agua y suelo, así como tres meses después. La evaluación del DHLC, se realizó con tres tratamientos y tres repeticiones, uno de ellos fue con el uso de arado Yeomans, otro con DHLC y labranza tradicional y el tercero con el patrón de cultivo tradicional. La parcela experimental presentó características heterogéneas en cuanto a profundidad de suelo, pendiente y textura. Donde la parcela con menores atributos para sostener el cultivo agrícola, fueron las destinadas al DHLC. El suelo retenido promedio fue de 6.5, 5.5 y 2.8 mm para DHLC, DHLC más Yeomans y el tradicional, respectivamente. El DHLC igualó el contenido de agua disponible entre la parcela testigo (en situación de ventaja) y la zona donde se implementó el modelo. El DHLC en cuanto al rendimiento del frijol, presentó mejores resultados, obteniendo 44 % más de producción.

1 IPN- Centro de Investigación Interdisciplinario para el Desarrollo Integral de la Región Unidad Durango.

2 Doctorado Institucionales En Ciencias Agropecuarias y Forestales-UJED.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EFFECTIVIDAD DE BARRERAS DE PIEDRA PARA RETENCIÓN DE SUELO EN UN ÁREA DE RESTAURACIÓN FORESTAL

Gabriel Sosa-Pérez<sup>1</sup>, David Efraín Hermosillo-Rojas<sup>1</sup> y Héctor Ramírez-Garduño<sup>1</sup>

### RESUMEN

En México hay cuantiosos proyectos de restauración de suelos, pero son escasos los estudios de monitoreo y evaluación de resultados. El objetivo fue evaluar la efectividad de barreras de piedra para retener sedimentos en un área de restauración forestal. El estudio se realizó entre 2018 y 2019 en un ejido del municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua. La superficie fue de 20 ha con suelo de textura areno arcillosa y la distancia promedio entre barreras fue de 11 m. Se utilizaron trampas de sedimentos de 5 m de largo elaboradas con malla anti-maleza. Nueve trampas fueron colocadas aleatoriamente aguas arriba de las barreras y nueve aguas abajo para determinar la cantidad de sedimentos que traspasan las obras. El sedimento fue tamizado para determinar el tamaño de partículas. La precipitación en 2018 fue de 576 mm con una tasa de erosión arriba de las barreras de 0.78 ton ha<sup>-1</sup>, mientras que debajo de las barreras fue de 0.38 ton ha<sup>-1</sup>, lo que indica una retención del 51%. La erosión fue relativamente baja debido a eventos de lluvia de baja intensidad. La intensidad fue el factor más importante, pues un *sólo* evento en junio de 2019 con 22 mm h<sup>-1</sup>, provocó una erosión de 1.84 ton ha<sup>-1</sup> arriba de las barreras y 0.77 ton ha<sup>-1</sup> por debajo. Esto indica una retención del 58%. No hubo diferencias entre arriba y abajo para los tamaños de partícula de 0.6 a 1 mm, pero los sedimentos mayores a 2 mm fueron más abundantes arriba de las barreras. La arena fina entre 0.074 y 0.6 mm, así como el limo <0.074 mm fueron mayores abajo de las obras, indicando un mayor paso de partículas finas a través de las obras. Los hallazgos son una referencia para cuantificar el impacto de proyectos con obras de restauración de suelos.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Campana, Aldama, Chihuahua. sosa.gabriel@inifap.gob.mx



## EFFECTO EN LAS PROPIEDADES HIDROFÍSICAS POR CAMBIO DE USO DE SUELO EN UN CHERNOZEM EN EL NORESTE DE MÉXICO

Rodolfo A. Martínez Soto<sup>1\*</sup>, María Inés Yáñez Díaz<sup>1</sup>, Israel Cantú Silva<sup>1</sup>, Humberto González Rodríguez<sup>1</sup> y José Guadalupe Marmolejo Moncivais<sup>1</sup>

### RESUMEN

Tanto el agua como el suelo juegan un papel de suma importancia en los ecosistemas, al ser las bases fundamentales del desarrollo de flora, fauna y microorganismos. Para conocer el efecto en la relación suelo-agua, se evaluaron las propiedades hidrofísicas de un Chernozem en General Terán, Nuevo León. Se consideraron dos sistemas de uso de la tierra Matorral Espinoso Tamaulipeco (*MET*) y Plantación de cítricos (*CÍTRI*). En cada área se colectaron 4 muestras compuestas de cuatro submuestras a profundidades de 0-10 y 10-30 cm, utilizando un muestreo aleatorio, dando un total de 16 muestras, donde se analizaron la densidad aparente (*DA*), porosidad (*Po*) y agua útil (*Au*). *In situ* se midió la infiltración con doble anillo para determinar la infiltración inicial (*Ii*), infiltración acumulada (*Ia*) y capacidad de infiltración (*CI*). Los valores medios de *DA* y *Po* para *MET* fueron de 0.94 g/cm<sup>3</sup> y 63.3 % respectivamente, mientras *CÍTRI* presentó 0.90 g/cm<sup>3</sup> y 64.8 %; el agua útil para *MET* y *CÍTRI* fue de 6.91 % y 11.08 % en la profundidad de 0 – 10 cm, mientras que de 10 a 30 cm los valores fueron de 9.34 % (*MET*) y 13.01 % (*CÍTRI*). El *MET* presentó valores de 2,260 mm/h (*Ii*), 171 mm (*Ia*) y 96.3 mm/h (*CI*), mientras que para *CÍTRI* los valores fueron 2,300 mm/h (*Ii*), 961.38 mm (*Ia*) y 496 mm/h (*CI*), encontrándose diferencias entre los dos sistemas de uso de acuerdo a la prueba U de Mann–Whitney. Para las variables *DA* y *Po* no se encontró diferencias ( $p \leq 0.05$ ) en el análisis de varianza a diferencia de *Au*. Por lo cual, se concluye que las plantaciones de cítrico presentan modificaciones que afectan la relación suelo-agua.

**Palabras clave:** Infiltración, plantación de cítricos, Matorral espinoso tamaulipeco, relación suelo-agua.

<sup>1</sup> Institución: 1 Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. Carretera Nacional Km 145, Linares, Nuevo León, México.

\* Autor para correspondencia: alejandro50cnt@hotmail.com

## EFECTOS DEL MANEJO FORESTAL EN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN IXTLÁN DE JUÁREZ, OAXACA, MÉXICO

Viviana Rodríguez Rivera<sup>1\*</sup>, Ricardo Clark Tapia<sup>2</sup>, Yendi E. Navarro Noya<sup>1</sup>,  
Frédéric Thalasso Siret<sup>1</sup>, Rodolfo Marsch<sup>1</sup> y Luc Dendooven<sup>1</sup>.

### RESUMEN

Uno de los mayores problemas que enfrenta el manejo forestal, está relacionado con la degradación y conservación de la calidad del suelo. El objetivo de este trabajo, fue realizar un análisis de aspectos físicos y químicos del suelo en áreas sujetas a tratamiento de matarrasa alterna en Ixtlán de Juárez, Oaxaca con la finalidad de aportar recomendaciones al manejo silvícola y la conservación del suelo. En la comunidad de Ixtlán de Juárez, se seleccionaron tres sitios bajo tratamiento de matarrasa en franja con tres sitios adyacentes de vegetación alterna, además de un sitio de recuperación natural sujeto en el pasado a agricultura y manejo forestal. Cada sitio fue subdividido en tres altitudes (superior, media y baja) a los cuales se analizó propiedades físicas y químicas del suelo a través de análisis de varianza y multivariados (ACP- análisis de componentes principales, MDS- análisis de escalamiento multidimensional y mapa de calor). Se encontró un efecto significativo del tratamiento de matarrasa en franja sobre propiedades físicas (densidad aparente, compactación y porosidad) y químicas (carbono, pH, conductividad, nitrógeno y magnesio) en comparación con vegetación alterna. El análisis multivariado de las propiedades fisicoquímicas (ACP, MDS y mapa de calor) agrupó y correlacionó con la altitud a los sitios de vegetación alterna y recuperación natural y diferenciándolos de los sitios de matarrasa en franja. El estudio sugiere, además, una recuperación de la calidad del suelo en pocas décadas dada la similitud entre los sitios de vegetación alterna y recuperación natural. Se recomienda no practicar tratamientos complementarios de escarificación del suelo, sino al contrario, fomentar la retención del horizonte orgánico para incrementar las posibilidades de conservar las propiedades fisicoquímicas del suelo.

1 Laboratorio 53, Ecología de Suelos. CINVESTAV. Av. Instituto Politécnico, Ciudad de México. CP 68725.

\* Autor para correspondencia: vianrivera@gmail.com

2 Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez. Avenida Universidad s/n. Ixtlán de Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca. C.P 68725.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## ELECTROESTIMULACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTAS CON METABOLISMO FOTOSINTÉTICO C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> Y CAM EN SUELO TIPO VERTISOL PÉLICO

Erika Bustos<sup>1\*</sup>, Gustavo Acosta-Santoyo<sup>1,2</sup> y Sara Solís Valdez<sup>3</sup>

### RESUMEN

Debido al incremento de la demanda de alimento por la población en todo el mundo, se han sobre-explotado los recursos naturales incluyendo el suelo, por lo que es imperativo generar alternativas que ayuden a mitigar los efectos de degradación de estos recursos, pues son los principales elementos de sustento de vida en el planeta. Es por ello que en este proyecto de investigación se desarrolló el electrocultivo, el cual consiste en aplicar un campo eléctrico en alimentos un par de electrodos, por lo cual es una tecnología promisoría para desarrollar semillas y plantas con importancia ambiental y económica. Por tal motivo, es importante considerar que las plantas se adaptan a diferentes cambios ambientales por sus funciones bioquímicas y fisiológicas, por lo que hay plantas con diferentes tipos de metabolismo fotosintético, como la C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> y metabolismo de ácido crassulaceae (CAM). Las plantas C<sub>4</sub> son superiores que las plantas C<sub>3</sub> por su respuesta en la reducción de la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> durante el tiempo geológico, mientras que las plantas CAM desarrollan modificaciones a altas temperaturas. En esta investigación, se evaluaron plantas con metabolismo fotosintético C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> y CAM usando *Arabidopsis thaliana*, *Zea mays* y *Mammillaria mathilde* respectivamente, observando que no hay diferencia entre los diferentes metabolismo evaluados al aplicar el campo eléctrico, como consecuencia de la electromigración de los nutrientes cerca de los electrodos para incrementar el crecimiento de raíces, y por lo tanto la germinación de semillas y el tamaño de las plantas en menor tiempo en comparación con un suelo de cultivo y control.

1 Electroquímica Ambiental, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S. C.

\* ebustos@cideteq.mx

2 Universidad de Castilla-La Mancha.

3 Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## ELECTROFORESIS DE LAS BACTERIAS GRAM (-) DURANTE EL ELECTROCULTIVO DE *Cucumis sativus* USANDO ELECTRODOS MODIFICADOS

Saray O. Cruz<sup>1,2</sup>, José A. García<sup>2</sup>, Francisco J. Bacame<sup>1</sup>, Yolanda Casados<sup>1</sup>, Juan Manríquez<sup>1</sup> y Erika Bustos<sup>1\*</sup>

### RESUMEN

Evaluar las características bacterianas antes y después del electrocultivo de pepino (*Cucumis sativus*) empleando un suelo Vertisol pélico. La aplicación de un campo eléctrico se puede utilizar en el electrocultivo de pepino (*Cucumis Sativus*) porque durante este proceso existen diferentes fenómenos de transporte como el electro-migración (movimiento de iones), electroósmosis (movimiento de compuestos químicos sin carga) y la electroforesis (movimiento de bacterias). Es así como en esta investigación se estudió este último proceso empleando electrodos modificados de metales de transición como  $\text{IrO}_2\text{-Ta}_2\text{O}_5 \div \text{Ti}$ , los cuales promueven una acidificación y producción de radicales hidroxilos ( $\bullet\text{OH}$ ) cerca de los ánodos favoreciendo el aumento de semillas y el crecimiento de las plantas, como el pepino [1]. De ahí que, en esta investigación, el análisis microbiológico se realizó durante 12 h de incubación utilizando el suelo *Vertisol Pélico*. Para el electrocultivo, el arreglo de electrodos fue 2D con seis ánodos cilíndricos de  $\text{IrO}_2\text{-Ta}_2\text{O}_5 \div \text{Ti}$  alrededor de un cátodo cilíndrico de Ti y una media celda entre los ánodos y cátodos, siguiendo el electrocultivo durante 14 días. Los electrodos utilizando en el electrocultivo. En las muestras de electrocultivo, la concentración de las bacterias Gram (-) aumento en mayor proporción cuando se aplicó el campo eléctrico, en el siguiente orden: cerca del ánodo ( $6.92 \times 10^5$  UFC) media celda ( $4.8 \times 10^5$  UFC), cerca del cátodo ( $2.87 \times 10^5$  UFC), suelo de cultivo ( $2.8 \times 10^5$  UFC). La concentración bacteriana de Gram (+) en el suelo control fue de  $5.6 \times 10^5$  UFC. Nuestros resultados demuestran los fenómenos de electroforesis en el electrocultivo de pepino (*Cucumis Sativus*), donde las bacterias Gram (-) se acercaron al ánodo (+) y las bacterias Gram (+) se acercaron al cátodo (-) promoviendo el aumento de la germinación de semillas y el crecimiento de las plantas.

1 Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S. C. Parque Tecnológico Querétaro s/n, Sanfandila, Pedro Escobedo, 76703, Querétaro, Querétaro, México.

\* ebustos@cideteq.mx

2 Universidad Tecnológica de Tula - Tepeji, Av. Universidad Tecnológica, El Carmen, 42830, Hidalgo, México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## ELIMINACIÓN DE CROMO DE SUELOS IMPACTADOS MEDIANTE TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS

Ángel Leal-Rodriguez<sup>1\*</sup>, Omar Flores Sanchez<sup>1</sup>, Sebastián Miguel Varela López<sup>1</sup>,  
Adolfo Ramírez Perucho<sup>2</sup>, Maureen Abdialeth Meza Hernández<sup>2</sup> y Odilón Vázquez Cuchillo<sup>1</sup>

### RESUMEN

La contaminación de suelos se ha ido incrementando con el desarrollo de la humanidad, por lo cual es de vital importancia buscar alternativas sustentables para su eliminación. En el presente trabajo se realizó la biorremediación de un suelo impactado con cromo sub-producto de la industria de cromado. Para ello se utilizó la cepa de la bacteria *Pseudomonas ssp*; aislada de una muestra de suelo impactado. El aislamiento de la cepa se inició diluyendo una muestra de suelo impactado en agua destilada estéril; Posteriormente esta muestra se dividió para ser sembrada en varios medios diseñados para este fin, seleccionándose el medio que permitió el crecimiento de colonias de microorganismos; posteriormente se volvieron a sembrar los microorganismos en este medio para lograr un crecimiento homogéneo de colonias, para finalmente el medio de crecimiento fue modificado para permitir propagar el microorganismo además de purificarlo según los resultados de microscopía óptica y tinción utilizados muestran muestras altamente puras. Para realizar la reducción de cromo; un kilogramo de suelo impactado fue inoculado con los microorganismos purificados y se mantuvo a humedad constante, tomándose muestras cada 24 horas para observar la población bacteriana y poder determinar su cinética de crecimiento; además de dar seguimiento al pH como un indicador de actividad microbiana. Estas muestras tomadas fueron filtradas para dar seguimiento de la concentración de cromo por espectroscopía de ultravioleta-visible y por absorción atómica; mostrando los resultados que después de 15 días de inoculación del suelo, se logró eliminar el 80 % del cromo del suelo contaminado.

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, Av. Tecnológico 420, Maravillas, 72220 Puebla, Pue.

\* E-mail: lealrgz\_angel@hotmail.com

2 Universidad Tecnológica de Puebla, División de Ingeniería Ambiental

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## ELIMINACIÓN DEL BANDEADO EN IMÁGENES LANDSAT 7 Y PREDICCIÓN TEMPORAL CON REDES NEURONALES PARA SU APROVECHAMIENTO EN DETECCIÓN DE CAMBIOS DE USO DE SUELO

M.C. Alejandro Ruiz Olivares<sup>1</sup> y Dr. Enrique Ojeda Trejo<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los sensores remotos son una tecnología de observación no destructiva, no invasiva y de bajo costo. Ésta se ha utilizado para clasificación de suelo, identificación de vegetación y salinidad, etc. Un sensor muy recurrido es Landsat 7, que genera datos desde 1999 cada 16 días. Razón por la cual son de gran utilidad en la detección de cambios de uso de suelo. No obstante, dados problemas de calibración, sus imágenes pueden tener problemas de bandeo. Esto es, franjas de datos perdidos que representan un problema al momento de realizar análisis espacio-temporal. En este sentido, es posible utilizar técnicas de análisis espacial e inteligencia artificial para corregir el problema. En este trabajo se eliminó el bandeo de imágenes de 10 años a través de tres métodos, Kriging, modelos de ventana móvil y modelos generales aditivos que utilizan las coordenadas como suavizadores. Éstos fueron evaluados a través de validación cruzada, donde los mejores métodos resultaron ser Kriging ordinario y GAM. Posterior a la corrección del bandeo, se ajustaron modelos de redes neuronales para predecir la radianza en fechas posteriores. Las redes con que mejor rendimiento se obtuvo fueron recurrentes con 100 capas ocultas y considerando una temporalidad de  $n=4$  por año dadas las cuatro estaciones anuales. Estas son las primeras etapas de una investigación donde se realizará el monitoreo del uso de suelo y su prospectiva a través de sensores remotos e inteligencia artificial. Los siguientes pasos son la validación en campo y la inclusión de los factores de clasificación suelo obtenidos a través de cartografía y de visitas en campo.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Postgrado en Edafología.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA FÚNGICA ANTES Y DESPUÉS DEL ELECTROCULTIVO DE *Cucumis sativus* EMPLEANDO ELECTRODOS MODIFICADOS

Javier Ángeles<sup>1,2</sup>, José A. García<sup>2</sup>, Francisco J. Bacame<sup>1</sup>, Yolanda Reyes<sup>1</sup>, Juan Manríquez<sup>1</sup> y Erika Bustos<sup>1\*</sup>

### RESUMEN

El suelo es un cuerpo trifásico conformado por agua, aire, minerales y materia orgánica; es una capa de materia fértil que proporciona las condiciones ambientales y los nutrientes suficientes para el desarrollo de organismos vivos y plantas (Coulombe et al., 2000). De esta manera, se han reportado investigaciones previas relacionadas con la estimulación electroquímica de la germinación de semillas y el crecimiento de plantas con fines biológicos, sociales y agrícolas; por lo que se busca evaluar las características morfológicas, fúngicas y edafológicas antes y después del electrocultivo de pepino (*Cucumis Sativus*) empleando un suelo Vertisol pélico. Es así que en esta investigación se emplearon seis electrodos modificados de  $\text{IrO}_2\text{-Ta}_2\text{O}_5$  / Ti como ánodos y un electrodo de Ti desnudo como cátodo para promover la actividad microbiana de los hongos en el suelo aplicando un campo eléctrico de  $2 \text{ V cm}^{-1}$  durante 4h. Con base en los resultados obtenidos en el laboratorio después de realizar el muestreo compuesto, se observó claramente una mayor carga fúngica cuando el electrocultivo se desarrolló cerca del ánodo, con respecto a la media celda y cerca del cátodo, teniendo como referencia el cultivo y el suelo control. Además, el electrocultivo promovió la electroforesis de hongos cerca del ánodo, que se verificó con la morfología microscópica, donde el crecimiento de las plantas fue mayor que cerca del cátodo.

1 Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S. C. Parque Tecnológico Querétaro s/n, Sanfandila, Pedro Escobedo, 76703, Querétaro, Querétaro, México.

\* ebustos@cideteq.mx

2 Universidad Tecnológica de Tula - Tepeji, Av. Universidad Tecnológica, El Carmen, 42830, Hidalgo, México.

## EVALUACIÓN DE TIERRAS PARA LA APTITUD DEL CULTIVO DEL CAFÉ EN LA MIXTECA ALTA, OAXACA

Dante López-Carmona<sup>1\*</sup>, Gustavo Martín-Morales<sup>a</sup>, Monserrat Barragán-Maravilla<sup>a</sup>, Gabriel Hernández-Vallecillo<sup>a</sup>, Carmen Delgado<sup>2</sup>, Aristeo Pacheco<sup>b</sup> y Francisco Bautista<sup>a,\*</sup>

### RESUMEN

La mayoría de los suelos de la Mixteca Alta presentan procesos de degradación. Una estrategia para su manejo y conservación es través de la evaluación de la aptitud de las tierras con fines productivos. Los cafetales bajo sombra proveen diferentes servicios ecosistémicos como alimentos, leña y la conservación del suelo. El objetivo fue evaluar la aptitud de las tierras para el cultivo de café en la Mixteca Alta, Oaxaca. El análisis del relieve se obtuvo con base en el modelo de elevación digital del INEGI. El análisis agroclimático se realizó con datos de la estación meteorológica de Santa María Yucuhí y analizados en el software Clic-MD. Se describieron 28 perfiles de suelo en cafetales. Se laboró un modelo de aptitud para el cultivo café con base en el análisis integrado de relieve, suelo y clima. El relieve dominante en la zona de estudio son los sistemas montañosos y de lomeríos con pendientes entre los 20 y 80%. Los cafetales menos aptos se localizaron en las zonas con menor altitud, las cuales también correspondieron a las zonas con mayor temperatura, los cuales también presentaron una mayor incidencia de roya. Los cafetales aptos tienen suelos profundos con texturas franco-arcillo-arenosas y un espesor de hojarasca promedio de 5 cm. En conclusión, los sitios aptos para el cultivo del café son muy restringidos y están localizados entre los 1201 a 2000 msnm, con una pendiente menor de 60% y suelos con 1.10 m de profundidad.

1 Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia.  
\* dlopez@cieco.unam.mx, leptosol@ciga.unam.mx  
2 Scientific Knowledge In Use, <https://www.actswithscience.com/>



## GENERACIÓN DE TECNOSUELOS PARA ÁREAS VERDES URBANAS UTILIZANDO RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Thalita F. Abbruzzini<sup>1</sup>, Lucy Mora<sup>1</sup>, Sebastián Flores de Santiago<sup>2</sup> y Blanca Prado<sup>1\*</sup>

### RESUMEN

La revegetación de las grandes ciudades se hace, de manera cotidiana, transportando suelo desde sitios preservados. Un segundo problema de las grandes ciudades es la generación de desechos. En la Ciudad de México (CDMX) se producen 12,843 Mg día<sup>-1</sup> de residuos sólidos de los cuales, aproximadamente el 40% son orgánicos; el resto está representado por los residuos no orgánicos que incluyen residuos que se derivan de la industria de la construcción y demolición de inmuebles. Estos residuos pueden ser aprovechados para elaborar suelos artificiales, contribuyendo a la reducción de la explotación de recursos naturales finitos y la importación de sustratos naturales de sitios conservados. Por ello, el presente trabajo evaluó las propiedades químicas, físicas y fisicoquímicas de nueve tecnosuelos con diferentes proporciones de residuos de la construcción y composta doméstica generados en la CDMX, con el fin de comprender sus propiedades respecto a los materiales utilizados en su construcción. Un análisis de componentes principales explicó el 84% de la variabilidad en los datos, y mostró que el tipo de material parental tuvo un efecto significativo en el pH y conductividad eléctrica del suelo y de lixiviados, en la densidad real del suelo, en las concentraciones de Fe, Mn, Ni, V y Mo solubles, concentraciones de Mg y Na solubles y en la relación C-N del suelo. Por el otro lado, las dosis de composta afectaron significativamente la densidad aparente y porosidad del suelo, las concentraciones de nitrógeno y carbono orgánico disuelto, y las concentraciones de K<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y Cl<sup>-</sup> solubles. Se concluye que la selección adecuada de los materiales es fundamental para contribuir de manera eficiente a la creación de suelos que aportan nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de plantas, contribuyendo a la preservación de los recursos naturales y recuperación de áreas degradadas del perímetro urbano.

1 Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo, Instituto de Geología, UNAM, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México.

\* bprado@geologia.unam.mx

2 Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## IMPLEMENTACIÓN DE UNA UNIDAD EXPERIMENTAL DE PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS DENTRO DE UNA INSTITUCIÓN ACADÉMICA

Mari Carmen García-Ceferino<sup>1</sup> y Aldo Erick Magallon-Velásquez<sup>1</sup>

### RESUMEN

Existe una creciente preocupación sobre el mal manejo de los residuos orgánicos, ya que su disposición final en los tiraderos a cielo abierto no es adecuada, por lo que genera contaminación del suelo a causa de la infiltración de lixiviados, llegando a contaminar los acuíferos locales; también perjudica a la atmósfera por su acumulación emitiendo gases de efecto invernadero como CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>. El propósito de este proyecto consistió en desarrollar una unidad experimental para la elaboración de abonos orgánicos mediante el acopio y composteo de los residuos orgánicos generados dentro de la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAEMex. Se utilizó el método del compostaje en pilas, mediante contenedores de madera, ya que permite apilar los residuos orgánicos y obtener como producto final abono orgánico rico en nutrientes. Para comenzar este proceso, primero se identificó el área de compostaje dentro del espacio académico donde se instalaron dos contenedores de madera, posteriormente se estableció un esquema de separación de residuos orgánicos mediante la colocación de contenedores principalmente en la cafetería como en diversos puntos específicos de la institución, mediante un programa de recolección diaria de los residuos orgánicos. Bajo este esquema, la planta piloto procesa mensualmente un promedio de 450 kg de residuos orgánicos. A partir de este proceso se obtiene en promedio 200 kg de abono orgánico que permitió su distribución a pequeña escala y para su aplicación en áreas verdes del espacio académico. En conclusión, la implementación de esta unidad experimental disminuyó el desperdicio de los residuos orgánicos generados en la institución, así como para fomentar su replicación entre sus integrantes y crear mayor conciencia sobre la importancia y generar el hábito de la separación de los residuos y poderlos aprovechar y mejorar la calidad del suelo sin causar daños y disminuir gradualmente el impacto ambiental.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Planeación Urbana y Regional.

## INFLUENCIA DEL MATORRAL DE ENCINO (*Quercus microphylla* Neé) EN LA CONSERVACIÓN DEL SUELO AFECTADO POR FUEGO

Juan Capulin Grande<sup>1</sup>, Juan Carlos Capulin Valencia<sup>2</sup>,  
José Justo Mateo Sánchez<sup>1</sup>, Alfonso Suárez Islas<sup>1</sup> y Marco Antonio Sandoval Estrada<sup>3</sup>

### RESUMEN

Se evaluó el efecto restaurador de *Quercus microphylla* Née a través de su cobertura después de una quema, en Singuilucan, Hgo. Se formaron tres tratamientos con tres repeticiones, a saber: tratamiento uno (1.75 Kg m<sup>-2</sup> de combustible y quema); tratamiento dos (3.1 Kg m<sup>-2</sup> de combustible y quema) y tratamiento tres (sin combustible y no quema). Se realizaron cuatro muestreos de suelo para determinar la fertilidad, antes de la quema (ADQ), 12 horas (HDQ), 12 y 80 meses (MDQ), en las muestras se realizaron las determinaciones de pH, MO, Nt, P, K, Dap y textura. La pérdida o ganancia del suelo se determinó mediante el método de varillas marcadas; también se midió la altura y número de tallos por parcela. La toma de datos para estas variables se realizó a los 19, 36, 54 y 80 MDQ. Los resultados indican que después de la quema hubo un aumento de pH, P y K, y una reducción de Nt, MO y Dap; sin embargo, a los 80 MDQ el pH, MO y Dap han recuperado su valor cercano al inicial, mientras que Nt, P y K muestran nivel deficitario. La altura de los tallos se incrementó hasta 90 cm, mientras que el número se redujo con el tiempo por la competencia. La erosión después del incendio fue mayor en el tratamiento dos con 90 Mg ha<sup>-1</sup>, pero esta pérdida disminuyó con el tiempo alcanzando un equilibrio a los 54 MDQ y con ganancia a los 80 MDQ. Se concluye que el área se conserva y restaura por la cobertura y aportación de hojarasca del *Quercus*.

- 1 Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- 2 Universidad Tecnológica de Xicoteppec de Juárez, Puebla.
- 3 Universidad de Concepción, Campus Chillán, Chile.

## INFLUENCIA DEL PASTOREO DE GANADO OVINO EN LA RESPIRACIÓN DEL SUELO DE SISTEMAS AGROFORESTALES

López-Teloxa Leticia C.<sup>1</sup>, Monterroso-Rivas Alejandro I.<sup>2</sup> y Gómez-Díaz Jesús D.<sup>2</sup>

### RESUMEN

La respiración del suelo es un componente importante del balance del C terrestre, y es considerado el segundo factor más significativo en el flujo de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) entre los ecosistemas de la tierra y la atmósfera, observándose la mayor intensidad en el horizonte superficial. La emisión del  $\text{CO}_2$  del suelo a la atmósfera está en función de factores como temperatura, la humedad y textura del suelo. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue cuantificar las tasas de respiración del suelo en sistemas agroforestales conformado por: frutales con hortalizas ( $\text{SAF}_{\text{HOR}}$ ), y frutales con avena influenciada por el pastoreo de borregos ( $\text{SAF}_{\text{PAS}}$ ); examinar las fluctuaciones durante el día, así como de la temperatura y la humedad del suelo. La respiración del suelo se midió cada dos horas durante 4 días seguidos (día y noche), mediante una cámara dinámica cerrada, integrada con un analizador de gas infrarrojo (IRGA) y una cámara de volumen conocido que se coloca en el suelo (Modelo 8100-104). Los principales resultados arrojan que el  $\text{SAF}_{\text{PAS}}$  presenta una media de  $5.48 \pm 7.53 \mu\text{mon de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , con una mínima de  $0.78 \mu\text{mon de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y máximo de  $53.42 \mu\text{mon de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , mientras que el  $\text{SAF}_{\text{HOR}}$  presenta una media de  $10.07 \pm 1.63 \mu\text{mon de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , con una mínima de  $7.42 \mu\text{mon de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y máxima de  $14.79 \mu\text{mon de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . La alteración del suelo como la compactación por el pastoreo y el aporte de residuos orgánicos por parte del ganado ovino son factores importantes que causa incrementos en la respiración del suelo.

1 Departamento de Fitotecnia.

2 Departamento de Suelos.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CARBONO ORGÁNICO DE SUELOS Y PALEOSUELOS EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LOS VOLCANES

Enciso-Jiménez César O.<sup>1\*</sup>, Valderrábano-Gómez Juan M.<sup>1</sup>, Cruz-Flores Gerardo<sup>1</sup> y López-López Alma B.<sup>1</sup>

### RESUMEN

El vulcanismo en la Sierra Nevada constantemente ha sido y es precursor de la formación de nuevos suelos, dejando evidencias de cambios en los ambientes del pasado; entre ellos los paleosuelos, útiles para estudiar cambios en los factores formadores del suelo que influyen en la dinámica de los ciclos biogeoquímicos; entre ellos el del carbono, que en forma de CO<sub>2</sub> es un gas al que se le atribuye el actual aumento de temperatura. Por lo anterior, el objetivo de la investigación fue evaluar y comparar los contenidos de carbono orgánico (COS) de paleosuelos y suelos recientes para conocer su dinámica espacio-temporal dentro de la Cuenca del río Alcala, en el Parque Nacional Izta-Popo (PN-IP); bajo el supuesto de que existe más COS en paleosuelos que en los desarrollados recientemente dada una temperatura ambiente menor que en la actualidad. La metodología consistió en una investigación bibliográfica y cartográfica (impresa y digital) y mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) se delimitó la unidad ecológica de estudio. Con GoogleEarth se localizaron los sitios de estudio en laderas contrastantes en los que se registraron sus atributos ecológicos y fisiográficos. En cada sitio se realizó un perfil edáfico y de cada horizonte se tomaron muestras para análisis físicos (densidad aparente, color y humedad) y químicos (materia orgánica, conductividad eléctrica, aluminio, hierro, pH potencial y activo e índice melánico). La ladera con más COS a menor altitud fue umbría y conforme aumentó el rango altitudinal, solana se enriqueció en este elemento. Los suelos que tuvieron más COS fueron los recientes, seguidos por los de cinco mil y mil años. Se concluye que el espesor del suelo, el pH y el aluminio son las variables que determinan el desarrollo edáfico a lo largo del perfil y en la Cuenca.

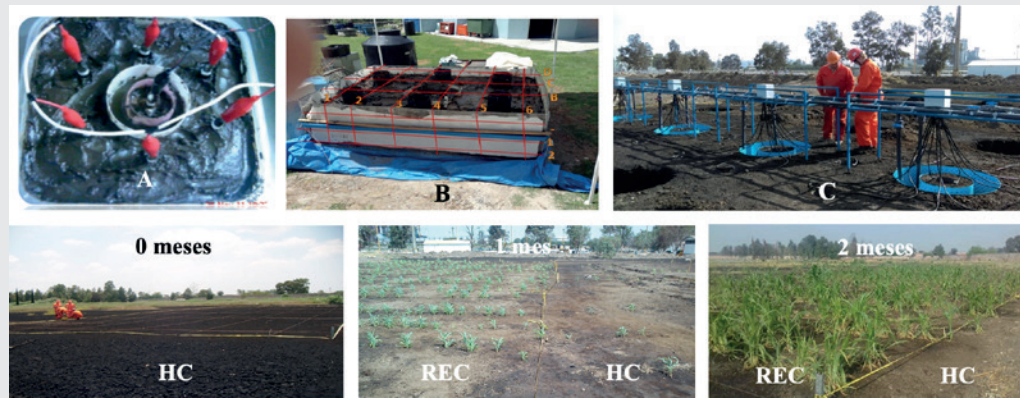
<sup>1</sup> Laboratorio de Edafología y Fisiología de la Nutrición Vegetal. UMIEZ. FES Zaragoza, UNAM.

\* Autor para correspondencia: cesarolmo1995@gmail.com

## REHABILITACIÓN ELECTROKINÉTICA DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS ACOPLADO CON UN PROCESO DE OXIDACIÓN AVANZADA PARA RE-USO DEL AGUA DEL TRATAMIENTO

Erika Bustos<sup>1\*</sup>, Gustavo Acosta-Santoyo<sup>1,2</sup>, Maribel Pérez Corona<sup>1,3</sup>, Jesus Cárdenas Mijangos<sup>1</sup>, Sara Solís Valdéz<sup>4</sup>, Gilberto Hernández Silva<sup>4</sup> y Zsuzsanna Plank<sup>5</sup>

En México, los derrames y fugas de hidrocarburos durante el 2001 ascendió a un total de 8 031 toneladas (crudo, diésel y gasolina) derramados en su mayoría en suelo de los cuatro sectores de ductos del país (PEMEX, 2001). Es por ello que en una zona industrial dedicada a la refinación del petróleo, se llevó a cabo la rehabilitación electrocinética (REC) de suelos contaminados con hidrocarburos (HC) a nivel laboratorio [1], piloto [2] y campo [3] acoplado con un proceso de oxidación avanzada (POA) para re-uso del agua de tratamiento (Figura 1), teniendo eficiencias de remoción de HC en suelo superiores al 80% entre los ánodos circundantes y el cátodo central. Al final de la REC se tuvo al suelo libre de HC para rehabilitarlo biológicamente mediante el desarrollo de plantas de la región (*Zea mays*), debido al incremento de bacterias y hongos en tan solo unas horas de tratamiento. Asimismo, el agua resultante del proceso se trató con el POA tipo Fenton, logrando un agua residual para su re-uso en la misma REC con un pH cercano a la neutralidad y una DQO entre 40 y 200 mg/L [3].



**Figura 1.** REC de suelos contaminados con HC a nivel laboratorio (A), piloto (B) y campo (C) después de ser rehabilitado con *Zea mays* de 0, 1 y 2 meses.

1 Laboratorio de Electroquímica Ambiental, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S. C. Parque Tecnológico Querétaro s/n, Sanfandila, Pedro Escobedo, 76703, Querétaro, Querétaro, México.

\* ebustos@cideteq.mx

2 Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Castilla-La Mancha, Av. Camilo José Cela 12, 13071, Ciudad Real, España.

3 Departamento de Química, Universidad Tecnológica de Querétaro. Av. Pie de la Cuesta 2501, Nacional, 76148 Santiago de Querétaro, Qro. México.

4 Laboratorio de Edafología, Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Boulevard Juriquilla 3001, Querétaro.

5 Geological and Geophysical Institute of Hungary (MFGI), Budapest, Hungría.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

## RENDIMIENTO DE MAÍZ EN CUATRO SISTEMAS DE LABRANZA EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

Martín Espinosa Ramírez<sup>1</sup> y Flor Elena Ortiz-Chaírez<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los métodos de labranza modifican las propiedades físicas del suelo como densidad aparente, porosidad, estructura, infiltración y humedad volumétrica con lo cual se afectan el desarrollo de los cultivos. El objetivo del experimento fue de evaluar el rendimiento de maíz establecido en cuatro sistemas de labranza se realizó el presente trabajo en el CERIB-INIFAP. Se establecieron los tratamientos en un lote con tres años de descanso y como último cultivo sorgo de riego. T1) cero labranza con 100% de residuos de cosecha (CLC100%), T2) Labranza Vertical con 100% de residuos de cosecha (LVC100%), T3) subsuelo más rastra (S+R) y T4) barbecho más rastra (B+R). El híbrido fue Garañón con fertilización de 140N-40P-20K + 1.2 toneladas de gallinaza procesada. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Parcelas de 12 surcos por 20 m = 192 m<sup>2</sup>. Las variables fueron: Resistencia a penetración del suelo hasta 40 cm, humedad volumétrica, altura de planta y mazorca y rendimiento de grano. Los datos se analizaron en SAS y la comparación de medias por Tukey ( $p < 0.05$ ). No hubo efecto significativo de los tratamientos en el rendimiento ( $P > 0.05$ ); no obstante, T1 y T2 obtuvieron el mayor rendimiento con 9.2 y 9.4 t/ha respectivamente. En las variables altura de planta y altura de mazorca, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). La resistencia a la penetración del suelo T2 y T3 alcanzaron los mas bajos valores con 3.4 y 3.6 MPa respectivamente, siendo diferentes ( $P < 0.5$ ) a T1 y T4 quienes obtuvieron 4.7 y 5.1 MPa respectivamente. La humedad volumétrica en los primeros 30 cm, T1 y T2 alcanzaron los mayores valores con 58 y 62 v/v y diferentes ( $P < 0.5$ ) a T3 y T4 quienes alcanzaron 38 y 35 v/v. Los sistemas de labranza que incluyen labranza vertical y la conservación de los residuos de cosecha permite mejorar parámetros de calidad del suelo como contenido de humedad volumétrica, reduce la compactación y permite alcanzar rendimientos similares a labranza tradicional.

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

<sup>1</sup> Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, Carretera Matamoros- Reynosa km 61 Cd. Río Bravo, Tamaulipas. [espinosa.martin@inifap.gob.mx](mailto:espinosa.martin@inifap.gob.mx)

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## SELECCIÓN E INTERPRETACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD DE SUELO PARA UNA MEJOR GESTIÓN DEL RECURSO SUELO EN TEPEACA, PUEBLA.

Ximena Castillo Valdez<sup>1</sup>, Jorge D. Etchevers Barra<sup>2</sup>, Claudia I. Hidalgo Moreno<sup>2</sup> y Arturo Aguirre Gómez<sup>3</sup>

### RESUMEN

Las prácticas de manejo que realizan los productores en sus parcelas alteran las propiedades del suelo, especialmente si las entradas y salidas del sistema de producción no son equilibradas. Si las alteraciones se acercan a los límites de tolerancia del sistema, éstas se convierten en un factor limitativo para la producción. Para evaluar el efecto de las prácticas de manejo del suelo en un sistema de producción agrícola, se valora cómo éstas alteran su funcionalidad. Para ello se emplean los indicadores de calidad de suelo (ICS). El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad de suelo en cuatro ejidos agrícolas de Tepeaca, Puebla, mediante la determinación de ICS, así como su relación con los patrones de cultivo más comunes y las clases de tierra definidos por los productores locales. Primero se determinaron los patrones de cultivo más comunes y su historia, así como las clases de tierra definidas por los productores locales, para luego evaluar la calidad de suelo actual mediante los ICS y la relación entre estas variables. Se trabajó en cuatro ejidos agrícolas de Tepeaca, Puebla. Se analizaron las propiedades físicas, químicas y biológicas en muestras de suelos cultivados con diferentes manejos. Los criterios de selección para los sitios de muestreo fueron los patrones más frecuentes de explotación de la tierra: (i) flor de corte, (ii) hortalizas continuas, y hortalizas con descanso en temporada de secas. Las clases de tierras más frecuentes definidas por los productores fueron: (1) Oscuros, (2) Nextlales y (3) Arenosos-Fuertes. Como referencia se tuvieron las propiedades de los mismos suelos pero sin manejo agrícola. Mediante un análisis de componentes principales se seleccionaron como ICS las siguientes propiedades: materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, P-Olsen, estabilidad de agregados y presencia de lombrices. Los ICS determinados mostraron cambios que estuvieron en función de los diferentes patrones de cultivo.

1 Autora. Colegio de Postgraduados campus Montecillos.

2 Asesor. Colegio de Postgraduados campus Montecillos.

3 Asesor. UNAM FES-Cuautitlán.



## USO DE RESTOS DE COL PARA CONTROL DE *Fusarium oxysporum*

Berta Felisa Civieta Bermejo<sup>1</sup>, Alberto Sandoval Rangel<sup>1\*</sup>, Yaiza de Guadalupe Cuvas Limón<sup>1</sup>

### RESUMEN

Uno de los principales problemas fitosanitarios limitantes de la producción de tomate en suelo, es el marchitamiento vascular ocasionado por *Fusarium oxysporum* Schldl y la biofumigación es un sistema ecológicamente eficaz para controlar esta enfermedad. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar subproductos de esquilmos de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) incorporados al suelo. Se aplicaron tres formas diferentes: en fresco (Testigo), extracto líquido y polvo deshidratado. Se evaluó: Incidencia y severidad de *Fusarium*; datos de crecimiento como: diámetro de tallo, altura de plantas, número de hojas, número de flores, número de frutos, número de racimos; y la productividad: peso de fruto (verdaderos y falsos frutos), número de racimos, número de frutos cosechado por planta, número de frutos/ramo. Los datos se analizaron en el programa R, y se les realizó la prueba de Tukey al 0.05, utilizando un diseño experimental completamente al azar. Los resultados obtenidos muestran que: El subproducto de col deshidratado, resulto ser el de mejor respuesta, al ser el que mejor redujo la incidencia de la enfermedad y presentar un peso de frutos de mayor tratamiento. Por otro lado, el extracto líquido fue el que peor resultados dio, al no disminuir la incidencia ni mejorar las variables productivas. En el caso del picado los resultados fueron intermedios entre el subproducto extracto y el subproducto deshidratado, obteniéndose cierto control de la incidencia de *Fusarium*, pero sin obtener mejora en las variables de producción.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.  
<sup>\*</sup> Autor de correspondencia (asandovalr16@gmail.com)

## III. Aprovechamiento del recurso suelo

**Drenaje y recuperación**

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TECNOSUELOS A PARTIR DE SUSTRATOS MINEROS Y DE ENMIENDAS ORGÁNICAS.

Gutierrez-Fernández, G.<sup>1</sup>, Muñoz-González, S.<sup>2</sup> y Siebe-Grabach, C.<sup>1\*</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

### RESUMEN

Los tecnosuelos son suelos que contienen más de 20% en volumen de artefactos, es decir, materiales producidos por actividades urbanas, mineras o industriales. Pueden ser construidos a partir de residuos orgánicos y/o inorgánicos, donde las proporciones y materiales con que se construyen van en función de poder brindar un contenido equilibrado de nutrientes y de proveer características fisicoquímicas adecuadas para optimizar la situación ambiental precedente de un sitio. Esto los convierte en una alternativa para el acondicionamiento de nuevas áreas verdes, promoción de la agricultura, rehabilitación de zonas degradadas y para el aprovechamiento de residuos. El objetivo de este trabajo fue diseñar un tecnosuelo a partir de la combinación de materiales de mina junto con enmiendas orgánicas (composta y biocarbón fabricados con residuos agrícolas y de jardinería), que promueva el establecimiento de cobertura vegetal para la recuperación de despojos de una mina de hierro. Se montó un experimento en un invernadero sistematizado, probando cuatro tratamientos distintos y un suelo control para valorar el desarrollo de tres plantas: pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), lechuga (*Lactuca sativa*) y frijol negro (*Phaseolus vulgaris*). Se evaluó el crecimiento, la supervivencia durante el tiempo en invernadero y la absorción de macronutrientes, micronutrientes y elementos potencialmente tóxicos (EPT) tras la cosecha. No existió una transferencia de EPT a la biomasa aérea de las tres especies que constituyera un problema de toxicidad o de desarrollo vegetal, para ninguno de los tratamientos. El crecimiento de las especies y la biomasa producida en los distintos sustratos, no difiere en grandes proporciones, lo que permite considerar al sustrato elaborado materiales más baratos y un adecuado aporte de macro y micronutrientes como el ideal. Con este trabajo se pretende contribuir a las alternativas para el aprovechamiento eficiente de residuos y rehabilitación de áreas degradadas.

1 Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

\* Autor responsable: saramg@ciencias.unam.mx

2 Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

## DRENAJE SUBTERRÁNEO Y LA RECUPERACIÓN DE SUELOS SALINOS DEL NORTE DE TAMAULIPAS

Martín Espinosa Ramírez<sup>1</sup> y Flor Elena Ortiz Chairez<sup>1</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

### RESUMEN

Un valor alto de salinidad, se traduce en reducción en los rendimientos de cultivos. El drenaje subterráneo es el método más eficiente en la recuperación de suelos salinos. El objetivo fue cuantificar el efecto del drenaje subterráneo en la recuperación de suelos salinos y en el rendimiento de grano de sorgo. En 2017, se instaló drenaje subterráneo en una parcela con problemas de salinidad, se tomaron diez muestras de suelo de la capa superficial (0-50 cm) y se consideraron cuatro niveles de salinidad, 1.- Muy salino (C.E. > 10 dS/m), 2.- Salino (C.E. < 10 > 5 dS/m), 3.- Moderadamente salino (C.E. < 5 > 1.5 dS/m) y 4.- Ligeramente salino (C.E. < 1.5 dS/m). Se sembró sorgo híbrido 83g19 según paquete tecnológico de riego del INIFAP. Se tomaron fotos aéreas para delimitar áreas con diferente nivel de desarrollo del cultivo y cuantificar la evolución de la salinidad. Se estimó el rendimiento de grano en 8 m<sup>2</sup> considerando dos surcos por nivel de salinidad, con tres repeticiones. Con los resultados del análisis y el rendimiento de grano se generaron ecuaciones de dispersión, para la C.E., cloruros, sulfatos, sodio y pH. Al inicio la salinidad era ligera en 7.05 ha (40.89 %), moderada en 3.24 ha (18.80 %), salino en 3.45 ha (20.01 %) y muy salino en 3.5 ha (20.30 %). Para mayo del 2019, la salinidad se modificó, siendo moderada en 11.7 ha (67.86 %), salino en 2.1 ha (12.18 %) y muy salino en 1.24 ha (7.20 %). Los rendimientos de sorgo tuvieron relación logarítmica negativa para: CE ( $y = -7.11 \ln(x) + 12.5$ ,  $R^2 = 0.87$ ), sodio ( $y = -65.8 \ln(x) + 122.8$ ,  $R^2 = 0.87$ ), cloruros ( $y = -19.04 \ln(x) + 33.6$ ,  $R^2 = 0.91$ ) y sulfatos ( $y = -76.28 \ln(x) + 139.0$ ,  $R^2 = 0.91$ ). Lo anterior confirma que el drenaje subterráneo es un método eficiente en la recuperación de suelos salinos y que existe una relación negativa en el rendimiento de sorgo y la salinidad, pasando de 6.5 t/ha con ligera salinidad a 1.1 t/ha con muy alta salinidad.

ÍNDICE GENERAL

<sup>1</sup> Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, Carretera Matamoros- Reynosa, km 61 Cd. Río Bravo, Tamaulipas. [espinosa.martin@inifap.gob.mx](mailto:espinosa.martin@inifap.gob.mx)

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## USO DE BIOSÓLIDOS Y CENIZA VOLANTE COMO INGREDIENTES DE UNA ENMIENDA DE SUELO

Pablo F. Jaramillo-López<sup>1</sup> y Karla Cortés-Tello<sup>2</sup>

### RESUMEN

Actualmente se generan grandes cantidades de biosólidos y ceniza volante. Dichos materiales son una fuente importante de nutrientes para el suelo, pero no se han podido usar ampliamente en aplicaciones agrícolas o forestales ya que contienen metales pesados. Dependiendo de las concentraciones y del metal pesado en cuestión, se pueden emplear materiales adicionales para diluir las concentraciones de los metales pesados en los biosólidos y en la ceniza. Por esto, el objetivo de esta investigación fue buscar alternativas para aprovechar el potencial nutricional que dichos materiales tienen y reducir el riesgo de contaminación por metales pesados. Por esta razón se desarrollaron dos experimentos con biosólidos estabilizados mezclados con ceniza volante y se mezclaron con suelo en diferentes proporciones. Los experimentos se llevaron a cabo en microparcels a campo abierto y se utilizaron plantas de zanahoria y de tomate. En ambos experimentos, se encontró que las mezclas de biosólidos y ceniza volante mejoraban el crecimiento de las plantas. Se realizó un tercer experimento donde se fermentó una mezcla de biosólidos y ceniza volante mediante microorganismos eficientes. Esta ecotecnología se mostró muy beneficiosa para reducir el tiempo de descomposición y estabilización de la materia orgánica. De igual manera, este proceso ayudó a que las concentraciones de metales pesados que existían en los biosólidos no fueran detectables en el producto final. Esta composta se mezcló con suelo y se evaluó su efecto sobre el desarrollo de maíz. El resultado principal fue que las plantas sembradas en esta mezcla tuvieron el mejor desarrollo en comparación con plantas que se sembraron en una composta de estiércol de vaca y en aquellas en tratamiento con fertilizantes inorgánicos. Además, pudimos demostrar que se puede utilizar biosólidos y ceniza volante y aplicarlos como mejoradores de suelo.

1 CONACYT- Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, CP. 58190, Morelia, Michoacán, México. pjaramillo@cieco.unam.mx

2 Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, CP. 58190, Morelia, Michoacán, México.

## III. Aprovechamiento del recurso suelo

**Ecología del suelo (el suelo en ecosistemas naturales)**

## ANÁLISIS DE LA RELACIÓN RELIEVE-SUELO-VEGETACIÓN A TRAVÉS DE TOPOSECUENCIAS EN LA COSTA KÁRSTICA DE QUINTANA ROO

Patricia Fragoso Servón, Alberto Pereira y Benito Prezas

### RESUMEN

En los últimos años la presión del desarrollo turístico en la Riviera Maya y el incremento de los asentamientos humanos a su alrededor ha creado la necesidad de entender y predecir la dinámica de los ecosistemas con la finalidad de diseñar políticas públicas, estrategias de planificación, conservación y manejo sostenible de los recursos de la zona costera.

Quintana Roo en la zona kárstica más grande del país es considerado uno de los estados con vegetación mejor conservada.

El objetivo de investigación fue identificar y caracterizar los suelos costeros, su relación con el relieve y la vegetación utilizando toposecuencias.

Para caracterizar los suelos se realizó un muestreo estratificado dentro de un área natural protegida costera usando cuatro transectos, desde la línea de costa hasta la carretera federal, en donde se establecieron 34 puntos para caracterizar suelos, relieve y vegetación, se hicieron pozos edafológicos y se extrajeron muestras de cada horizonte para su análisis y clasificación de acuerdo con la WRB 2014.

Con la identificación se generó el mapa de distribución de suelos incorporando los datos de relieve, geología y vegetación en un sistema de información geográfica y simplificando con un análisis de agrupamiento.

Se identificaron seis grupos principales de suelo, la secuencia de suelos en los cuatro transectos es diferente. Hacia la costa están los Arenosols y en el otro extremo los Leptosols. Entre estos puntos, los suelos se distribuyen de acuerdo con la presencia de depresiones, de zonas de inundación temporal o permanente y la cercanía al mar.

El conocimiento de la distribución del complejo suelo-relieve-vegetación, permitió entender la relación que tienen con la dinámica de las playas y por tanto con las características que han hecho de la zona costera de Quintana Roo un sitio especial que debe ser manejado de forma sostenible.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CALIDAD DE SUELO COMO INDICADOR DE SU DEGRADACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ

Miguel Ángel Valera Pérez<sup>1</sup>, María Guadalupe Tenorio Arvide<sup>1</sup>, María del Socorro Fuentes Andrade<sup>2</sup>,  
Yael Dacil Martínez Herrera<sup>3</sup>, Florina Deaquino Ramírez<sup>4</sup>, Gladys Linares Fleites<sup>1</sup>,  
José Antonio Ticante Roldán<sup>1</sup> y Verónica Edith García Galicia<sup>1</sup>

### RESUMEN

La degradación del suelo es el principal problema que afecta la sustentabilidad de los agro-ecosistemas, impactando de forma significativa los servicios ambientales prestados de forma natural por los suelos asociados a ecosistemas en su condición clímax (Calidad Inherente del Suelo). Un agro-ecosistema siempre genera una alteración del suelo (Calidad Dinámica del Suelo), pudiendo conducir a su degradación. En el caso del café, esta planta procede de un ecosistema específico, bosque de niebla y suelos de origen volcánico. Sin embargo, tanto en México como en otros países, se le cultiva comercialmente en otros ecosistemas y suelos. En este trabajo determinamos la Calidad Inherente y Dinámica de suelos mediante indicadores físicos y químicos, con el objetivo de evaluar la sustentabilidad de los diferentes sistemas de producción de café, cultivados en Andisoles y Ultisoles de ecosistemas de Bosque de Niebla y Bosque Tropical Caducifolio en los estados de Guerrero, Veracruz y Puebla. Se seleccionaron suelos de plantaciones de café y como referencia, suelos no perturbados asociados a estas con vegetación natural de bosque. Las muestras de los suelos referencia se obtuvieron de perfiles estudiados con base en la *Soil Taxonomy*. También se tomaron muestras compuestas del suelo superficial de las plantaciones. La caracterización física y química de los suelos se efectuó con los procedimientos de la NOM-021-SEMARNAT-2000 y de la Guía de para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. Respecto a la práctica agronómica de encalado en los Ultisoles, muestra no aportar los resultados deseados sobre la neutralización del pH. Se concluye que los sistemas de manejo que reducen la degradación de los suelos a niveles de "soportable", son el Rusticano y el Policultivo Tradicional, el sistema no sustentable y que más degrada los suelos es el Monocultivo de Sol o a Cielo Abierto.

- 1 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- 2 Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense.
- 3 Universidad Autónoma de Guerrero.
- 4 Instituto Tecnológico Superior de la Montaña.



I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CALIDAD DEL SUELO Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA 105

Adriana Solis Bravo, María Guadalupe Tenorio Arvide, Miguel Ángel Valera Pérez,  
María Teresa Flores Sotelo, Alejandro Augusto Alonso Calderón y María Teresa Zayas Pérez

### RESUMEN

El suelo es un recurso natural, no renovable y esencial para la vida, posee propiedades inherentes y dinámicas que pueden ser medidas y usadas para evaluar su calidad, definida como la capacidad para funcionar dentro de los ecosistemas, mantener la productividad biológica, la calidad del agua y aire y ser soporte de la salud y la vivienda humana, reconociendo así las interacciones suelo-ser humano, incluyendo una serie de servicios ecosistémicos como: provisión de alimentos, secuestro y almacenamiento de carbono, prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo, etc. Estos últimos, de acuerdo con la FAO son los beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad y continúan siendo investigados y cuantificados.

En México la pérdida y modificación de los sistemas naturales dio lugar al Programa de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) de la CONABIO; establecida para el proyecto la número 105 denominada Cuetzalan con una superficie de 1,284 km<sup>2</sup> y presencia en los estados de Puebla y Veracruz, con coordenadas externas Latitud N: 19° 46' 23" a 20° 11' 55" Longitud W: 97° 09' 17" a 97° 38' 36"; su importancia radica en la existencia de bosques mesófilos de montaña y selva alta perennifolia, además de un área de importancia para la conservación de las aves.

El presente trabajo es una herramienta que relaciona la calidad del suelo con 9 servicios ecosistémicos en la RTP 105.

De acuerdo a bases de datos que incluyen variables como: textura, pH, porcentaje de materia orgánica, contenido de nitrógeno, etc., se establece que dichas variables influyen directamente en los servicios proporcionados por el suelo utilizando principios de regresión lineal, así como el uso de sistemas de información geográfica para situar los puntos de muestreo en el área.

## CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE UNA SABANA DE YUCATÁN, MÉXICO EN DOS ESTACIONES DEL AÑO

Estrada-Medina Héctor<sup>1\*</sup>, Ruiz-Aranda Geovanny Rafael<sup>1</sup>, Ortiz-Díaz Juan Javier<sup>1</sup>, López-Díaz Mariana<sup>1</sup> y Álvarez-Rivera Oscar O.<sup>1</sup>

### RESUMEN

Las sabanas tropicales son ecosistemas que se caracterizan por su estacionalidad y por la vegetación que en ellas predomina. Los suelos presentes en estos ecosistemas son determinantes en cuanto al tipo de vegetación que se desarrolla en ellos (una combinación de pastos con árboles y/o arbustos esparcidos), siendo algunos factores limitantes la acidez debido a la alta saturación de aluminio intercambiable, escaso contenido de materia orgánica y bajo contenido de nutrientes. El objetivo de este trabajo fue determinar y comparar las propiedades edáficas de una sábana del estado de Yucatán en dos estaciones del año (época seca y época de lluvias). La sabana Noh Becan se ubicada en el municipio de Tekax de Obregón, Yucatán, México. Se realizaron tres transectos de 100m, y se colectó una muestra de suelo cada diez metros (N=60). Los análisis de laboratorio realizados fueron pH, potencias REDOX, conductividad eléctrica, carbono, nitrógeno, potasio, calcio y sodio. Se encontró que en la época de lluvias el potencial REDOX es 35% mayor que en la época seca y la conductividad eléctrica aumenta en un 50%. Por lo contrario, en la época de lluvias se incrementa el contenido de potasio y calcio en un 27 y 12% respectivamente. En las otras variables no se encontraron diferencias significativas. Al parecer, los efectos de la lluvia sobre las propiedades del suelo de la sabana se deben primordialmente a la solubilización de potasio y calcio, que provocan un incremento en la conductividad eléctrica. Así mismo, es posible que cuando el paisaje esté más anegado el valor del potencial Redox sea negativo. Por otro lado, la similitud de valores en los contenidos de C y N entre épocas puede ser debido a que las condiciones de anaerobiosis reducen significativamente la descomposición de la materia orgánica.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida, Yucatán, México.

\* hector.estrada@correo.uady.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CARBONO ORGÁNICO DE SUELOS Y PALEOSUELOS EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LOS VOLCANES

Enciso-Jiménez César O.<sup>1</sup>, Valderrábano-Gómez Juan M.<sup>1</sup>,  
Cruz-Flores Gerardo<sup>1</sup> y López-López Alma B.<sup>1</sup>

### RESUMEN

El vulcanismo en la Sierra Nevada constantemente ha sido y es precursor de la formación de nuevos suelos, dejando evidencias de cambios en los ambientes del pasado; entre ellos los paleosuelos, útiles para estudiar cambios en los factores formadores del suelo que influyen en la dinámica de los ciclos biogeoquímicos; entre ellos el del carbono, que en forma de CO<sub>2</sub> es un gas al que se le atribuye el actual aumento de temperatura. Por lo anterior, el objetivo de la investigación fue evaluar y comparar los contenidos de carbono orgánico (COS) de paleosuelos y suelos recientes para conocer su dinámica espacio-temporal dentro de la Cuenca del río Alcala, en el Parque Nacional Izta-Popo (PN-IP); bajo el supuesto de que existe más COS en paleosuelos que en los desarrollados recientemente dada una temperatura ambiente menor que en la actualidad. La metodología consistió en una investigación bibliográfica y cartográfica (impresa y digital) y mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) se delimitó la unidad ecológica de estudio. Con GoogleEarth se localizaron los sitios de estudio en laderas contrastantes en los que se registraron sus atributos ecológicos y fisiográficos. En cada sitio se realizó un perfil edáfico y de cada horizonte se tomaron muestras para análisis físicos (densidad aparente, color y humedad) y químicos (materia orgánica, conductividad eléctrica, aluminio, hierro, pH potencial y activo e índice melánico). La ladera con más COS a menor altitud fue umbría y conforme aumentó el rango altitudinal, solana se enriqueció en este elemento. Los suelos que tuvieron más COS fueron los recientes, seguidos por los de cinco mil y mil años. Se concluye que el espesor del suelo, el pH y el aluminio son las variables que determinan el desarrollo edáfico a lo largo del perfil y en la Cuenca.

1 Laboratorio de Edafología y Fisiología de la Nutrición Vegetal. UMIEZ. FES Zaragoza, UNAM. Autor para correspondencia: cesarolmo1995@gmail.com.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CLASIFICACION SUPERVISADA DEL USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE HUATUSCO, VERACRUZ

Eva Aurora Bautista-Calderon<sup>1</sup> y Enrique Ojeda Trejo<sup>2</sup>

### RESUMEN

El municipio de Huatusco, pertenece a la región de las montañas del estado de Veracruz, ya que se caracteriza por presentar un ecosistema complejo por su fisiografía y heterogéneo por el tipo de vegetación natural y productiva, como es el caso de los sistemas agroforestales de café. Debido a la gran heterogeneidad que presentan estos sistemas ocasionada por las asociaciones vegetales que los componen, dificultan su zonificación y clasificación espacial haciendo difícil la transferencia de tecnología adecuada para la toma de decisiones. Derivado a lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo generar una clasificación supervisada de la distribución de la vegetación natural, la cual está constituida por el ecosistema de bosque mesófilo de montaña, y por la vegetación productiva constituida por los sistemas agroforestales de café. Para lo cual se emplearon técnicas Geoestadística sobre el software R Studio y ArcMap 10.3. En la zona de estudio se presentaron zona urbana (9%), pastizal (11%), agrícola (30%), agroecosistemas de café (25%) y bosque mesófilo de montaña (25%). Mediante la aplicación de técnicas las técnicas de clasificación se identificaron con una precisión del 94.12% la zona urbana, 19.05% para los pastizales, 49.12% para la zona agrícola, 62.50% los agroecosistemas de café y 82.98% de bosque mesófilo de montaña. Los resultados obtenidos pueden ser explicados debido a que la gran heterogeneidad de la vegetación en la zona de estudio dificulta el reconocimiento a simple vista de los tipos de cobertura, por lo que es necesario la aplicación de técnicas más especializadas percepción remota y geoestadística que puedan permitir identificar con un alto grado de exactitud la vegetación y uso del suelo. Por lo que es necesario explorar en diversos métodos de clasificación supervisada ajustados a los modelos paramétricos y no paramétricos de la estadística clásica.

1 Colegio de Postgraduados. Posgrado en Edafología. bautista.eva@colpos.mx

2 Colegio de Postgraduados. Posgrado en Edafología

## CONTENIDOS DE CARBONO EN SUELOS RIBEREÑOS DE MONTAÑA BAJO DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO

Juan Carlos Sandoval-Aparicio<sup>1</sup>, Ma. del Carmen Gutiérrez-Castorena<sup>1</sup>,  
Carlos Alberto Ortiz-Solorio<sup>1</sup> y Gerardo Cruz-Flores<sup>2</sup>

### RESUMEN

Los bosques ribereños se han reconocido como regiones importantes de almacenamiento de carbono; no obstante, en México estos ecosistemas han sido poco estudiados. El objetivo de la presente investigación es determinar la capacidad de los suelos ribereños para almacenar carbono orgánico (COS). El estudio se llevó a cabo en tres ecosistemas ribereños (pastizales, boques y zona agrícola) distribuidos en diferentes pisos altitudinales en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl. En cada sitio se estableció una catena perpendicular a la corriente con tres puntos de muestreo: llanura de inundación, ladera media y ladera alta. En cada punto se tomaron muestras de suelo superficial y hasta 1 m de profundidad (o hasta el material parental) y se determinó el contenido de COS de la fracción fina (< 0.25 mm) por el método de combustión húmeda de Walkley y Black (1934). Los resultados encontrados en orden decreciente son: pastizal montano (34.96 kg C m<sup>-2</sup>), bosque de oyamel (30.5 kg C m<sup>-2</sup>), zona agrícola (20.19 kg C m<sup>-2</sup>); sin embargo, es en el horizonte superficial de los suelos cercanos al canal los que mayor contenido de CO tienen (de 121.5 a 38.10 g kg<sup>-1</sup>). La mayor acumulación de CO está relacionada con el mayor contenido de humedad y mayor vegetación herbácea y los bajos contenidos con las actividades agrícolas, la remoción de la cubierta vegetal y la erosión. El almacenamiento de CO en los suelos ribereños de alta montaña está estrechamente relacionado con el relieve, el tipo de vegetación y uso del suelo. De tal manera que el estudio, la preservación y restauración de los bosques ribereños podría ser un área de oportunidad para un mayor conocimiento del COS en estos ecosistemas, y que contribuya a los planes estatales ante el cambio climático.

1 Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Programa de Edafología. Génesis, Morfología y Clasificación de Suelos. sandoval.juan@colpos.mx

2 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios superiores Zaragoza, UMIEZ, Edafología y Fisiología de la Nutrición Vegetal.

## ECOLOGÍA DE LA MESOFAUNA EN EL MICELIO EXTRARADICAL DE *Pinus greggii* INOCULADO CON HONGOS ECTOMICORRÍZICOS

Díaz-Aguilar, I.<sup>1\*</sup>, Martínez-Reyes, M.<sup>1</sup> y Pérez-Moreno, J.<sup>1</sup>

### RESUMEN

El micelio extraradical (MER) es la parte de la simbiosis ectomicorrízica estrechamente relacionada con el suelo que habita e interconecta dos tipos de ambientes, las raíces de las plantas y el suelo circundante. Las hifas ectomicorrízicas forman asociaciones con la mesofauna del suelo, la cual tiene una amplia gama de formas de vida y funciones que regulan los procesos de los ecosistemas forestales. Estas asociaciones son más complejas que las relaciones consumidor-recurso, siendo evidentemente mutualistas. La inoculación ectomicorrízica es una tecnología que utiliza el pileo molido de hongos ectomicorrízicos para inocular pinos de bosques templados y es una forma de estudiar si el MER influencia la estructuración de las comunidades de mesofauna (colémbolos y ácaros). El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del MER en la diversidad y composición de las comunidades de mesofauna, y adicionalmente se observaron sus preferencias alimenticias. La micorrizosfera de *Pinus greggii* se inoculó con *Hebeloma mesophaeum* y *Laccaria laccata* y también se estudió a *Wilcoxinia* sp., una ectomicorriza de micelio café. Al analizar los cepellones colonizados se encontró que la riqueza de especies fue menor con *Wilcoxinia* sp. en comparación con *L. laccata* y *H. mesophaeum*, ambas registraron la mayor riqueza de especies. No se observó efecto sobre la composición de las comunidades de mesofauna debido a la presencia de una especie de colémbolo dominante, *Mesaphorura florum* (valor de dominancia  $DV' = 73.50$ ). Los colémbolos (saprófagos y micófa-gos) y los ácaros endeostigmata y mesostigmata (depredadores) predominaron durante el desarrollo del MER, siendo los colémbolos los colonizadores más numerosos. *Mitchellania* sp. se alimentó del pileo de *H. mesophaeum*, *Alicorhagia usitata*, reportado como nematófago, tuvo preferencia por el micelio café y *Lepidocyrtus* sp. por las hifas de *L. laccata*. Los resultados indican una influencia de la densidad de las hifas del MER del hongo ectomicorrízico en la diversidad de la mesofauna del suelo.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Postgrado en Edafología, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México, México.

\* Autor responsable: idiaz@colpos.mx; Km 36.5 de la carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. CP 56230. Tel. (595) 9520200 ext. 1214.

## EFFECTO DE LA ASOCIACIÓN MICORRÍZICA EN MAÍZ (*Zea mays*) B73 SOBRE LAS BACTERIAS QUE COLONIZAN LA RIZÓSFERA

Marco Antonio Meraz Mercado<sup>1</sup>, Octavio Martínez de la Vega<sup>2</sup> y Víctor Olalde Portugal<sup>1</sup>

### RESUMEN

Las plantas interactúan con microorganismos en el suelo que le pueden beneficiar para su desarrollo. Una de las interacciones más ancestrales la llevan a cabo con los hongos micorrízicos arbusculares, que a través de su crecimiento en el suelo forman la micorrizósfera. Se han estudiado diferentes mecanismos por los cuales la asociación micorrízica propicia un mayor crecimiento de las plantas, siendo el principal beneficio de la micorriza un mejor consumo de P del suelo. Por otra parte, algunos datos sugieren que la micorrizósfera realiza una selección dirigida del microbioma que a su vez beneficiará a las plantas huésped. El objetivo de este trabajo fue, analizar los cambios en el microbioma de plantas de maíz B73 (*Zea mays*) micorrizadas y su respuesta en el desarrollo de esta planta. Se realizaron las secuencias del gen ribosomal 16S para determinar la diversidad y composición de las comunidades bacterianas en la rizósfera en presencia de la asociación micorrízica. Además, se determinó la abundancia de algunos grupos bacterianos de interés agronómico (bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo, etc). Los resultados de los análisis arrojaron que las plantas inoculadas mostraron un mayor crecimiento y una mayor área de raíz. Las plantas micorrizadas presentaron cambios en la diversidad, vista por la diversidad beta, así como en la abundancia de grupos bacterianos, como la disminución de pseudomonas fluorescentes. En conclusión, la asociación micorrízica tiene un efecto sobre el microbioma que coloniza a la micorrizósfera en diversidad y en la abundancia de algunos grupos bacterianos de interés agrícola, lo que puede estar beneficiando a la planta en una mayor eficiencia para su crecimiento.

1 Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Irapuato.

2 Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO)/Unidad de Genómica Avanzada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV).

## EL PAPEL DE LOS BOSQUES DE ENCINOS EN EL MANTENIMIENTO DE LA DIVERSIDAD FUNCIONAL DE LAS BACTERIAS DEL PISO FORESTAL

Rocío Hernández León, Felipe García Oliva y Yunuen Tapia Torres

Estudiamos tres sitios particulares (Atécuaro, Umécuro y CB) con diferentes proporciones de encinos rojos y blancos para analizar el potencial genético de los suelos de encinares mexicanos involucrado en la transformación y movilización del fósforo.

Para lograrlo, medimos la concentración de C, N, P, analizamos la actividad enzimática de NAG, AP y BG, obtuvimos 77 aislados, identificamos el género de cada uno de ellos a través del ARN 16S y amplificamos genes clave en la transformación y movilización del P.

En los tres sitios estudiados, *Bacillus* es el género dominante. Solo en Atécuaro encontramos *Streptomyces*, éste es el género más extenso de actinobacterias reportado como uno de los grupos taxonómicos más importantes para la movilización microbiana de fósforo en el suelo.

En el suelo, la mayor actividad de la fosfatasa alcalina se encuentra en CB, donde hay una gran cantidad de encinos rojos con mayor reabsorción foliar, mientras que en el mantillo, Atécuaro concentra la mayor cantidad de nutrientes y las mayores actividades enzimáticas.

Hicimos que los aislados crecieran en varios compuestos (fosfato de aluminio, hidroxiapatita, 2-AEP y ácido fítico) para determinar su capacidad para metabolizar diferentes fuentes de fósforo.

Para determinar las vías probables del metabolismo del fósforo, amplificamos genes clave en las diferentes rutas en ADN metagenómico y en el de cada uno de los aislados. Los genes utilizados fueron: *phoD* (fosfodiesterasa), *phoN* (fosfomonoesterasa), *phnX* (fosfonatasa), *gcd* (glucosa deshidrogenasa), *appA* (fitasa), *pitA* (transportador de membrana) y *pstS*. Observamos que la mayor presencia de recursos genéticos se encuentra en el sitio intermedio donde las dos especies coexisten en una proporción 1:1.

Con todo esto, podemos afirmar que los bosques de encinos mexicanos son un reservorio de los genes necesarios para la transformación y movilización del fósforo.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL



## LA NEMATOFAUNA EDÁFICA COMO INDICADOR BIOLÓGICO DE PERTURBACIÓN ANTROPOGÉNICA EN ZONAS TEMPLADAS

Bernabe-Arevalo Selena Margarita<sup>1</sup>, González-Cortés Juan Carlos<sup>1\*</sup>, Granados-García María Elena<sup>1</sup>, Ramírez-Mandujano Carlos Alberto<sup>1</sup> y Alcalá-Jesús de María<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los nematodos tienen una gran distribución en suelos, especialmente los que son ricos en carbono orgánico y nitrógeno. Estos tienen una gran importancia a nivel mundial ya que algunos son parásitos de cultivos y otros participan en el reciclaje de nutrientes. El maíz es uno de los cultivos de mayor importancia alimentaria en nuestro país y los pastos son de importancia económica para la ganadería. El objetivo de este trabajo fue conocer los géneros presentes y comparar la riqueza y abundancia de nematodos en un sistema natural integrado por 3 áreas de muestreo 0.5 ha de pastizal y una zona agrícola donde se muestrearon 3 parcelas de maíz de 0.5 ha. El muestreo en ambos sistemas se realizó en zig-zag, obteniendo 15 muestras compuestas para cada sistema. La extracción de nematodos se realizó por centrifugación en sacarosa y se montaron en laminillas semipermanentes para su identificación y conteo. Se determinó humedad, densidad, textura, pH, materia orgánica e intercambio catiónico, para caracterizar el ambiente edáfico. Los resultados mostraron una riqueza de 24 géneros: *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Criconemoides*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Heterodera*, *Pratylenchus*, *Psilenchus*, *Rotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus*, *Tylenchulus*, *Tetylenchus*, *Acrobeles*, *Acrobeloides*, *Caenorhabditis*, *Cephalobus*, *Cruzema*, *Diploscapter*, *Eucephalobus*, *Mesorhabditis*, *Panagrolaimus*, *Pseudacrobeles*, *Rhabditis* y 4 morfo-tipos no identificados. La riqueza fue mayor en el agroecosistema (24 géneros) y menor en el sistema natural (20 géneros). La abundancia fue mayor en el sistema natural con 7257 individuos y menor en el agroecosistema con 2689. La mayor abundancia en el sistema natural de pastos, se atribuye a las características y estabilidad del medio edáfico, predominando los bacterívoros, seguidos de los fitófagos y micófagos. Así, una menor abundancia y mayor riqueza de la nematofauna edáfica se proponen como indicadores biológicos de perturbación antrópica.

<sup>1</sup> Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

\* jcgonzalezcortes@yahoo.com.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## RESERVA DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN SISTEMAS AGROECOLÓGICOS DEL SUR DE N.L.

Lileny Sarahi Mireles Martínez<sup>1</sup>, Edgar Vladimir Gutiérrez Castorena<sup>1</sup>,  
Vicente Vidal Encinia Uribe<sup>1</sup>, y Gustavo Andrés Ramírez Gómez<sup>1</sup>

### RESUMEN

El calentamiento global involucra a gases de efecto invernadero de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>), el cual se libera por actividades antropogénicas y fenómenos naturales. La atenuación ocurre al fijarse al suelo como carbono orgánico (COS), ampliando la capacidad de captura en los agroecosistemas. Aramberri tiene un alto grado de marginación y rezago social aun teniendo actividades económicas rurales en agricultura y ganadería. Por lo tanto, al propiciar actividades para incrementar la activación económica y el desarrollo sostenible es primordial disminuir las condiciones de pobreza. El objetivo es determinar el potencial del COS en 267,010 ha del municipio, dividido en cuatro sistemas: Área Agrícola (Temporal y Riego), Bosque (Pino-encino, encino), Montaña Matorral (Rosetófilo, Xerófilo) y Matorral Llano (Rosetófilo, Xerófilo). Se empleó una vectorización digital sobre la plataforma Google Earth Pro® con recorridos en campo y entrevistas a productores de diferentes estratos sociales, aunado a la selección de perfiles pedogenéticos representativos y barrenaciones para la comprobación de linderos. Se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas de suelo para su análisis físico, químico y micromorfológico. Los resultados indican que el reservorio de COS en los componentes Bosque, Agrícola, Montaña Matorral, Matorral Llano obtienen: en una superficie de 133,861.3 ha un secuestro de 23.97 Gton de COS; en 44,908 ha retiene 7.08 Gton de COS; en 58,066 ha con el secuestro de 4.87 Gton, y por último en 28,803 ha la captura es de 1.43 Gton de COS respectivamente. Siendo el Bosque con mayor reservorio de COS al abarcar el 50.13% de la superficie municipal, donde se localizan 23 comunidades distribuidas en 16 ejidos de los 45 que conforman el municipio. En conclusión, la problemática del alto grado de marginación se atenuaría contemplando un incentivo económico por Servicios Ambientales, considerando que gran parte de la población marginada se encuentra establecida en este componente.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Centro de Agricultura Protegida. Francisco I. Madero S\_/n, Hacienda el Canadá. 66050 Gral. Escobedo, N.L.

## RESPIRACIÓN MICROBIANA EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN SUELOS DE ORIGEN VOLCÁNICO EN EL PARQUE NACIONAL IZTACCÍHUATL-POPOCATÉPETL (PNIP)

Torres Domínguez Mitzi Evelyn<sup>1</sup>, Alma Bella López López, Juan Manuel Valderrábano Gómez y Gerardo Cruz Flores

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

La cantidad de microorganismos en un gramo de suelo, asciende a varios millones de individuos que contribuyen a degradar la materia orgánica-que además de proveer energía a los ecosistemas, es fuente de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero liberados de la actividad microbiana del suelo (AMS). La eficiencia de la AMS depende de múltiples factores climáticos y edáficos. En suelos volcánicos se presentan variables mineralógicas favorables para secuestrar carbono. El objetivo de este trabajo fue conocer el comportamiento de la microbiota en relación con propiedades edáficas en una zona volcánica marcada por un gradiente altitudinal. En el estudio se hicieron descripciones edafo-ecológicas de cinco pares de sitios en diferentes altitudes y exposición opuesta, tomando muestras del horizonte Ah<sub>1</sub>. Se determinaron algunas propiedades del suelo, carbono orgánico del suelo (COS) y nitrógeno total, carbono de biomasa microbiana (CBM), coeficiente metabólico ( $qCO_2$ ), respiración basal (RB) y las concentraciones de Fe y Al extraídos en Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>/Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pH 10. Los mayores valores de RB se registraron ante condiciones de temperaturas y humedades intermedias (5.5-14°C y 800-1400 mm) donde la vegetación aporta mayor cantidad y tipo de materia orgánica en la asociación bosque de *Pinus hartwegii*-zacatonal montano y bosques mixtos. Sobre los 3800-4000 m, los valores de RB (1.2-2.0 Mg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) fueron cuatro veces mayores que a 4300 m (0.44-0.46) y dos veces mayores que en los 3000 y 3300 m (0.41-0.99). Sin embargo, el contenido de COS y el CBM fueron mayores debido a un bajo coeficiente metabólico, lo que coincide con las altas concentraciones de Al y Fe que forman complejos órgano-minerales que limitan la descomposición de la MOS, por lo que estos sitios representan los mayores reservorios de COS.

<sup>1</sup> Edafología y Fisiología de la Nutrición Vegetal. UMIEZ. FES Zaragoza, UNAM. Batalla 5 de mayo, esquina Fuerte de Loreto, Colonia Ejército de Oriente. 09230. Iztapalapa, D. F. mitzi105@hotmail.com; edaynueve@gmail.com

## SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y CALIDAD DE SUELO

Yaselda Chavarin Pineda,<sup>1</sup> Maria Guadalupe Tenorio Arvide, Miguel Angel Valera Pérez y Gladys Linares Fleites

### RESUMEN

El suelo es un recursos naturales actualmente considerado como no renovable, el cual posee propiedades que forman parte de su naturaleza y son consideradas inherentes y cuando estas cambian generalmente por procesos antrópicos son consideradas dinámicas, al considerar estas propiedades y a la complejidad y los diferentes usos y tipos de suelo esta información se traduce indicadores de calidad y actualmente se han considerado para relacionarse con los servicios ecosistémicos que el suelo ofrece. El objetivo de esta revisión fue conocer las similitudes y / o diferencias entre los suelos bajo un uso diferente de la tierra versus propiedades de suelo inherentes similares en todo el mundo. Considerando los diferentes artículos publicados en la temática, se observó que cada autor sigue su propio modelo de evaluación, coincidiendo en seguir el modelo de Presión-Estado-Respuesta. La matriz de compasión se agrupo en propiedades físicas, químicas y biológicas, también se consideró la clasificación del suelo. El hallazgo principal muestra que la materia orgánica total / carbono es la propiedad principal a considerar, seguida del pH, en esta revisión se resalta la preferencia de las propiedades dinámicas sobre las inherentes.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

<sup>1</sup> Benémerita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

## III. Aprovechamiento del recurso suelo

**Fertilidad**

## BORO Y ZINC EN LOS SUELOS DE MÉXICO

Javier Zaragoza Castellanos Ramos<sup>1</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la disponibilidad de zinc y boro en los suelos de México, analizando la base de datos del laboratorio Fertilab, donde se evaluaron 80,000 suelos colectados de todos los estados de la República Mexicana. Como resultado de dichos análisis de datos, se detectó que el 53% de los suelos (suelos con menos de 1.2 ppm de zinc extraído con DTPA-TEA), presentan altas posibilidades de respuesta a la aplicación de fertilizantes a base de zinc. En cuanto al boro, el 67% de los suelos presentaron menos de 0.8 ppm de este micro nutriente, considerado como el nivel crítico de este elemento. Se observó que tanto el boro como el zinc están asociados al nivel de materia orgánica, a mayor contenido de materia orgánica, mayores son los niveles de ambos micro nutrientes. En cuanto al pH se observa que el boro disponible se incrementa conforme se incrementa el pH del suelo, lo cual se podría explicar debido al lavado de este elemento en condiciones de alta precipitación y por ende de bajo pH, situación contraria a la que ocurre en suelos alcalino. Los suelos con mayores posibilidades de respuesta a zinc se encuentran en el norte del país. En el noroeste el 80% de los suelos tienen altas probabilidades de respuesta al zinc, y en el noreste este porcentaje asciende al 60%. En el resto del país, uno de cada dos suelos tiene altas posibilidades de respuesta al zinc. En cuanto a las regiones, las mayores posibilidades de respuesta al boro se ubican hacia el sur del país, posiblemente asociadas al lavado de este elemento por efecto de una mayor precipitación en esa región del país.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Roque. javier.castellanos.ramos@gmail.com

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS EN ZONAS CAFETALERAS DE LA COSTA DE OAXACA

Miguel Angel Cano-García<sup>1</sup>, Verónica Mariles-Flores<sup>1</sup> y Patricio Sanchez-Guzman<sup>2</sup>

### RESUMEN

La producción de café en México, es una actividad importante por superficie sembrada y número de productores. En Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla, se concentra el 84.6 % de las 712,000 ha sembradas en el país en 2018, con un rendimiento promedio de 1.37 t/ha de café cereza (SIAP, 2019). En el estado de Oaxaca se encuentra el 19.1% de la superficie nacional con un rendimiento promedio de 0.64 t/ha, debido a factores como plantaciones viejas, manejo deficiente de la plantación y enfermedades. El objetivo del presente trabajo es conocer la situación nutricional de las plantaciones de café y generar recomendaciones de nutrición. Se analizaron cuatro perfiles de suelos en la zona productora de café localizada en los municipios de Pochutla, Candelaria Loxicha y Pluma Hidalgo (Finca Cerro Espino). En todos los sitios el pH fue menor de 5.0 (excepto en Cerro Espino, con mayores a 6.2 por efecto de material parental calcáreo). Se encontró que los valores de materia orgánica, potasio y fósforo fueron más altos en la capa superficial cuya profundidad varió entre 24 y 30 cm con contenidos de materia orgánica entre 4.8 y 6.5 %; el contenido de potasio con valores entre 0.46 y 0.60 Cmol Kg<sup>-1</sup>; y el contenido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) con valores entre 0.74 y 1.48 Mg Kg<sup>-1</sup>. En los horizontes subsuperficiales, el contenido de materia orgánica varió desde 2.83 a valores tan bajos como 0.39%; el contenido de potasio con valores entre 0.23 y 0.40 Cmol Kg<sup>-1</sup> y el contenido de fósforo varió desde 0.0 hasta 0.3 Mg Kg<sup>-1</sup>. Los resultados indican que, si bien los nutrientes principales se encuentran en cantidades adecuadas en la capa superficial de suelo, las deficiencias son notables en los horizontes subsuperficiales e influyen en los rendimientos bajos de las plantaciones de café.

1 INIFAP. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. cano.miguel@inifap.gob.mx

2 Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo.

## CARBONO MICROBIANO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE SUELOS EN AGROSISTEMAS CAFETALEROS EN CUETZALAN DEL PROGRESO, PUEBLA

Anna Karina Alcántara Azuara, Gilberto Vela Correa, Gerardo Cruz Flores, Judith Castellanos Moguel y Oscar Cano Flores

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

En el municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla la principal actividad productiva es la agricultura, el cultivo principal es el café, sin embargo, en los últimos años se ha perdido la fertilidad del suelo y por lo tanto la producción agrícola se ha vuelto poco rentable. El objetivo del presente trabajo fue describir y caracterizar los componentes morfoedáficos, de labranza y de cultivos con diferentes formas de manejo de los suelos de tres agrosistemas cafetaleros. Para el trabajo se utilizaron 3 tipos de manejo: 1. policultivo abonado con composta (A1), 2. policultivo abonado con pollinaza (A2) y 3. monocultivo fertilizado con 18-6-12 de NPK (A3) en dos temporadas (lluvias y secas). Se determinó el estado de salud de los suelos, que se relaciona directamente con la fertilidad, a partir de sus características fisiográficas, de parámetros físicos y químicos, y de la concentración de carbono microbiano ( $C_{mic}$ ). En la temporada de secas se obtuvieron las concentraciones más altas de  $C_{mic}$  en los tres agrosistemas, y en ambas temporadas el A1 fue el que obtuvo mayor cantidad y disponibilidad de nutrientes. Este agrosistema por sus características fisiográficas, físicas y químicas, y por el tipo de manejo que le dan los productores es el que presentó mejor estado de salud y por lo tanto es más fértil. Es necesario evaluar distintos tipos de manejo agrícola a fin de que aumente la fertilidad de los suelos.



## CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE TOMATE SALADETTE MEDIANTE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Nadia Azeneth Rodríguez-Esquivel<sup>1</sup>, Emilio Olivares-Sáenz<sup>1</sup>, Rigoberto E. Vázquez-Alvarado<sup>1</sup>,  
Roberto Carranza-de la Rosa<sup>1</sup> y Edgar V. Gutiérrez-Castorena<sup>1</sup>

### RESUMEN

El tomate es la especie que más se cultiva en invernadero en México. La fertilización es uno de los insumos de mayor costo en la producción de tomate, por lo que es importante estudiar opciones que ayuden a disminuir el costo de este insumo. Por ello el objetivo del presente trabajo fue evaluar fertilizantes orgánicos y químicos en el crecimiento de la planta y producción de fruto de tomate; para ello se utilizó un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y siete repeticiones; los tratamientos estuvieron formados con cuatro tipos de fertilización y un testigo: Té de vermicompost 1:1 (Té: Agua) + (18-18-18; N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O); 1 g L<sup>-1</sup>), Lixiviado de vermicompost 1:3 (Lixiviado: Agua) + (18-18-18; N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O); 1 g L<sup>-1</sup>), Ácidos húmicos de Leonardita 1:10 (AH: Agua) + (18-18-18; N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O); 1 g L<sup>-1</sup>) y 18-18-18; N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O); 1 g L<sup>-1</sup>. Los resultados obtenidos para las variables agronómicas evaluadas arrojaron que el tratamiento 3 obtuvo mayor altura y diámetro del tallo, en cuanto a peso, diámetro ecuatorial y polar del fruto, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, por lo tanto con fertilización orgánica es posible reducir el uso de fertilizantes sintéticos y así obtener un fruto de calidad.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía-Universidad Autónoma de Nuevo León. Francisco Villa S/N col. Ex Hacienda el Canadá, Gral. Escobedo, N.L.  
Correo: azeneth\_1216@hotmail.com

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN MAÍZ BAJO LABRANZA DE CONSERVACIÓN

Ulises Aranda-Lara<sup>1</sup>, Martín Espinosa-Ramírez<sup>1</sup> y Ma. Eugenia Cisneros-López<sup>1</sup>

### RESUMEN

Existen pocos estudios sobre el efecto de la fertilización con potasio (K) en maíz sobre todo en la región del Norte de Tamaulipas. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización potásica en maíz en un suelo con una concentración media de K<sup>+</sup> bajo labranza de conservación. El ensayo se estableció en el Campo Experimental Río Bravo, en el ciclo O-I 2018-2019, bajo riego, utilizando el híbrido de maíz Garañón. Los tratamientos fueron: T1=Testigo Absoluto; T2=140N-40P-00K; T3=140N-40P-20K; T4=140N-40P-40K y T5=140N-40P-60K. La fuente de K<sup>+</sup> fue (KCl). El diseño experimental fue bloques completos al azar con tres repeticiones. Las variables fueron: altura de planta, altura de mazorca, peso de 200 granos y rendimiento ajustado al 14 % de humedad. Con los datos se hizo a un análisis de la varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey (P<0.05). Los resultados indicaron diferencias significativas entre tratamientos, para la variable rendimiento (REND). Los tratamientos T2, T3, T4 y T5 fueron estadísticamente similares entre ellos, pero diferentes (P<0.5) a T1. Con un promedio de 6.8 t ha<sup>-1</sup>, es decir 48 % más que T1 (4.5 t ha<sup>-1</sup>). Para la variable altura de mazorca no existió diferencia significativa (P>0.05). Hubo diferencias significativas para altura de planta (P<0.05), siendo T4 el que alcanzó mayor altura con 2.0 m y la menor altura de 1.8 m a T1. La variable peso de 200 granos fue altamente significativa (P<0.01), siendo mayor para T5 con 73 g/muestra y el menor para el T1 con 57 g/muestra. La adición de potasio, en suelos con un contenido de 820 ppm K<sup>+</sup> bajo labranza de conservación tuvo efecto en altura de planta, peso de 200 granos y en el rendimiento por hectárea, en comparación con el testigo, pero la fertilización potásica no supero la formula recomendada para la región (140N-40P-00K).

<sup>1</sup> Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, Carretera Matamoros- Reynosa km 61 Cd. Río Bravo, Tamaulipas. [espinosa.martin@inifap.gob.mx](mailto:espinosa.martin@inifap.gob.mx)

## EVALUACIÓN DE COMPOST DE CAFÉ (*Coffea SPP.*) SOBRE EL RENDIMIENTO DE CULTIVOS A NIVEL INVERNADERO

López-Gómez A.<sup>1</sup>, Rosales-Castro M.<sup>1</sup> y Pérez-López M.E.<sup>1</sup>

### RESUMEN

El residuo sólido de café (RSC) es un material abundante, disponible y con un alto contenido de nutrientes que pueden ser útiles en el desarrollo de cultivos agrícolas. Se determinó el volumen de RSC generado por cafeterías y restaurantes en la ciudad de Durango, Durango, obteniendo un cálculo alrededor de 94 Ton/mes. Al residuo se le evaluaron diferentes propiedades fisicoquímicas como pH, conductividad eléctrica (CE), contenido de nitrógeno y proteína Kjeldahl, contenido en azúcares reductores y ligninas. El residuo como tal no cumple con los parámetros establecidos por la normatividad para ser utilizado como mejorador de suelo, principalmente por el bajo valor de pH, por lo que se desarrolló un proceso de compostaje utilizando mezclas de RSC con estiércol bovino a nivel laboratorio, durante 12 semanas, monitoreando semanalmente los parámetros de humedad, temperatura, pH y CE. La mezcla que tuvo las mejores características como compost para enriquecer algún cultivo agrícola fue la de 50% RSC/50% estiércol. La cual se utilizó como sustrato para la producción de plántulas en invernadero. Los resultados muestran que la adición de compost mejora el crecimiento y rendimiento en los diferentes cultivos evaluados de hasta 8 veces más a los tratamientos testigo.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EVALUACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN DE SUSTRATOS MEDIANTE EL FLUJO DE C-CO<sub>2</sub> BAJO FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Víctor Manuel Montoya-Jasso<sup>1</sup>, Gerardo Sergio Benedicto-Valdés<sup>1</sup>,  
Víctor Manuel Ordaz-Chaparro<sup>1</sup>, Alejandrina Ruiz-Bello<sup>1</sup> y Jesús Manuel Arreola-Tostado<sup>2</sup>

### RESUMEN

La materia orgánica (MO) es un constituyente esencial del suelo (Aguilera, *et al.* 1999), su descomposición convierte nutrientes en formas inorgánicas disponibles para las plantas (Guerrero, *et al.* 2012). La evolución del CO<sub>2</sub> es un parámetro ligado al manejo de MO y representa una medición integral de la respiración del suelo (García y Rivero, 2008). Para estudiar la mineralización de sustratos se evaluaron dos niveles de fertilización nitrogenada (50-100%), dos niveles de humedad (15-30%) y tres niveles de mezcla mineral (MM) (0-40-80 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup>). Se realizaron análisis en laboratorio de caracterización fisicoquímica y flujo de CO<sub>2</sub> para determinar la mineralización de la MO del sustrato. Para ambos contenidos de humedad, los sustratos sin composta presentaron una mayor relación C/N (80-231) propicio para ciclos largos de producción. Los sustratos con composta, por su alta mineralización, resultaron apropiados para la producción agrícola con ventajas en el suministro de N. Los sustratos con composta y al 15% de humedad liberaron una mayor emisión de CO<sub>2</sub> (213,376.46 mg CO<sub>2</sub> m<sup>-3</sup>/día) como consecuencia de presentar mayor cantidad de compuestos fácilmente degradables (Acosta *et al.*, 2006). La emisión acumulada de CO<sub>2</sub> en aquellos sustratos sin composta fue menor por una mayor estabilidad de la MO (Ayuso *et al.*, 1996). Las tasas de mineralización en los sustratos fueron más altas con el 15% de humedad debido al mayor espacio poroso ocupado por gases (Or y Weaigh, 2000), además el suministro de 50% de N presentó una inmovilización baja por el menor contenido de MO (Ritter *et al.*, 2005) y el contenido de 40 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> de MM modificó la dilución del carbono de la MO (Matus *et al.*, 1998) para ser metabolizado por la acción microbiana (Scott *et al.*, 1996). La tasa de mineralización fue afectada por el uso de minerales, la calidad y origen del sustrato.

1 Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

2 Consultor privado especialista en producción orgánica.

## FERTILIDAD DEL SUELO EN HUERTOS DE AGUACATE 'HASS' CON DISTINTO MANEJO EN LA FERTILIZACIÓN

García-Martínez, R.<sup>1</sup>, Cortés-Flores, J.I.<sup>2</sup>, López-Jiménez, A.<sup>1</sup>, Etchevers, J.D.<sup>2</sup> y Carrillo-Salazar, J.A.<sup>3</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

El diagnóstico de la fertilidad del suelo es una herramienta indispensable para el manejo sustentable de la fertilización en huertos aguacateros. El Estado de México es el tercer productor de aguacate (*Persea americana* Mill) 'Hass' a nivel nacional, sin embargo, la escasa implementación de herramientas de diagnóstico de la fertilidad del suelo ocasiona bajos rendimientos en el cultivo. El análisis químico del suelo (AQS) aporta información sobre el potencial de disponibilidad de nutrientes que las raíces pueden absorber bajo condiciones favorables de crecimiento (Römheld, 2012). El objetivo del estudio fue diagnosticar la fertilidad del suelo en huertos de aguacate con distinto manejo en la fertilización. Se trabajó en 2 huertos; el primero se localiza en el municipio de Villa de Allende y, el segundo, en Valle de Bravo. En cada huerto se muestreó suelo a dos profundidades: 0-30 y 30- 60 cm. El análisis incluyó: textura, pH, C.E., materia orgánica, N Kjeldahl, P Olsen, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> y Mn<sup>2+</sup>, S y B. Los procedimientos de laboratorio se realizaron siguiendo la metodología propuesta por Etchevers (2001). Los resultados obtenidos fueron clasificados mediante valores de referencia reportados por Castellanos *et al.* (2000). El suelo del área de estudio es de tipo andosol. En ambos huertos la textura se clasificó como franco limoso. El pH (moderadamente ácido) no se asoció con problemas de disponibilidad de nutrientes en ningún huerto. En Valle de Bravo, el suelo presentó alto contenido de M.O. y niveles altos de N, P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y Fe<sup>2+</sup>, en las dos capas evaluadas; esto se debe a la aplicación continua de compostas. En Villa de Allende, el suelo presentó bajo contenido de M.O., N, Zn<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> y B; esta situación está relacionada con la escasa fertilización mineral y orgánica, y la constante extracción nutrimental por la cosecha.

- 1 PREGEP-Fruticultura, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.
- 2 Edafología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.
- 3 PREGEP-Fisiología Vegetal, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.

## FERTILIZACIÓN NITROGENADA PARA MAÍCES HÍBRIDOS Y CRIOLLOS EN TEMPORAL Y RIEGO: CASO PARCELAS DE OMISIÓN MASAGRO

Sánchez Roldán M.M.<sup>1</sup>, Volke Haller V.H.<sup>2</sup>, Ortiz Monasterio I.<sup>3</sup>, Etchevers Barra J.<sup>2</sup> y Guerra Zitlalapa L.<sup>3</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

México importa actualmente cerca de 16 millones de toneladas de maíz para satisfacer su demanda interna. Este cultivo se establece en aproximadamente 8 millones de hectáreas (36% de la superficie sembrada) y participa con 18% del valor de producción del sector agrícola. En el año agrícola 2015 la producción de maíz grano en México creció a tasa anual de 6.1% para totalizar 24.7 millones de toneladas. En ese periodo, diez estados concentraban 80% de la producción nacional. Sinaloa se ubica como el principal productor de maíz en el país con una participación de 21.8 % (FIRA, 2016), siete entidades concentran el 64.5% del volumen de producción nacional, pero todas las entidades del país presentan algún nivel de producción de maíz. La superficie de temporal (74% de la superficie), aporta únicamente el 40% del valor generado y se ubica principalmente en Jalisco, Michoacán, Estado de México, Chiapas, Guerrero y Veracruz (FND, 2014). El rendimiento de maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual es función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración. De todos los factores que influyen en el crecimiento y producción de los cultivos, la nutrición vegetal es uno de los que pueden ser más determinantes (Alcántar y Trejo-Téllez, 2007). En la presente investigación, se evaluaron los resultados de las parcelas de omisión del Programa MasAgro, del Centro Internacional del Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Un total de 67 experimentos se instalaron con maíz criollo e híbrido, en condiciones de temporal y de riego, entre 2011 y 2013 en 16 Estados, con el propósito de medir la respuesta a la aplicación de nitrógeno y generar recomendaciones de fertilización nitrogenada.

- 1 PARAMÉTRICA GLP. Tercera Cerrada de Benito Juárez No.5, San Bernardino, Texcoco, Estado de México C.P. 56260.
- 2 Colegio de Postgraduados. Posgrado en Edafología. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México C.P. 56230.
- 3 Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Sustainable Intensification Program. Carretera México-Veracruz, El Batán Km. 45, C.P. 56237.

## FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO Y RENDIMIENTOS DE MAÍZ ORGÁNICO

Francia Deyanira Gaytán Martínez<sup>1</sup>, Edgar Vladimir Gutiérrez Castorena<sup>1</sup> y Patricio Sánchez Guzmán<sup>2</sup>

### RESUMEN

La fertilidad y productividad de los suelos está condicionada por su grado de explotación y producción intensiva de alimentos, cualquier actividad o manejo para mantener su potencial afecta directa e indirectamente las propiedades físicas y químicas de ellos, afectando claramente el desarrollo óptimo de los cultivos establecidos. En la actualidad el manejo de la fertilización orgánica se ha venido incrementando potencialmente en diversas zonas productivas del país, las zonas agrícolas del norte de la república no es la excepción. El objetivo de la investigación es evaluar y valorar la fertilidad del suelo en un predio con producción de maíz bajo fertilización orgánica (gallinaza). La parcela de 3000 m<sup>2</sup> fue fertilizada antes y durante el cultivo establecido durante los últimos 4 años agrícolas (2015-2018) con dosis de 4 Ton/ha de gallinaza. Los resultados indican el decremento acumulado de macroelementos como Nitrógeno con valores que pasaron de 1020 mg/kg a 850 mg/kg, Fósforo de 58.5 mg/kg a 12.5 mg/kg, y Potasio de 261.9 mg/kg a 35.1 mg/kg, manteniéndose el intercambio catiónico para Ca, Mg y Na en cantidades entre 2015 y 2018 de 1310.6 mg/kg a 1030 mg/kg; de 235.9 mg/kg a 145.9 mg/kg, y entre 101.18 mg/kg a 273.6 mg/kg respectivamente, no así para la materia orgánica que reporto un decremento acumulado del 27% a finales del 2018, contrariamente a lo reportado por Luciano et al. (2000) para materia orgánica, P, Ca, Mg y K intercambiables. Por lo tanto, cantidades de 4 Ton/ha de gallinaza como abono orgánico no mantienen un estado sostenible de la fertilidad del suelo, obteniendo rendimientos de 3.2 Ton/ha en grano de maíz.

1 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Centro de Agricultura Protegida. Francisco I. Madero S/N, Ex Hacienda el Cañada. Cd. General Escobedo, Nuevo León, México. 66050.

2 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Car. México/Texcoco km 36.5 .56230 Montecillos, Edo. México.

## INCREMENTO EN LOS RENDIMIENTOS DE MAÍZ PARA GRANO EN BASE A LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON ZN, B Y FE EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

Dr. José Ivan Ortiz Monasterio Rosas

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

México es un país con una su producción de maíz de 24.7 millones de toneladas la cual es deficitaria, por lo cual se requiere importar anualmente alrededor de 11.8 millones de toneladas de maíz para poder cubrir la demanda del país. Sin embargo, todavía más preocupante son las proyecciones para el año 2030 donde se estima que el déficit se incrementara a 18 millones de toneladas. Uno de los sistemas de producción que podemos seguir para poder incrementar la producción de maíz sin tener que abrir nuevas tierras a la agricultura es a través de una intensificación sustentable de la producción. Una de las estrategias de la intensificación sustentable es seguir una nutrición balanceada de los cultivos ya que frecuentemente los cereales solo se fertilizan con nitrógeno y fósforo. Un paso importante para poder implementar una fertilización balanceada consiste en llevar a cabo análisis de suelo. En base a un mapeo de fertilidad de suelos del estado de Querétaro de hace 10 años se observó que la presencia de la deficiencia de Zn, B y Fe era bastante frecuente. Un mapeo de fertilidad de suelos más reciente en los municipios de Pedro Escobedo y San Juan del Río confirmaron que estos micronutrientes aparecen con mucha frecuencia como deficientes en los análisis de suelo. Con el objetivo de confirmar los resultados de los análisis de suelo se establecieron diez experimentos en campos de agricultores en varios municipios del estado de Querétaro. Sobre la fertilización al suelo que seguía cada agricultor se establecieron los siguientes tratamientos de aplicaciones foliares; 1) manejo del agricultor ya que es común que los agricultores realicen aplicaciones foliares en sus parcelas, 2) testigo, sin ninguna aplicación foliar, 3) una aplicación foliar con una combinación de Zn, B y Fe en la etapa fenológica de V5-V6, 4) dos aplicaciones foliares con una combinación de Zn, B, y Fe en dos etapas fenológicas, en V5-V6 y en V11-V12. Cuatro de las localidades tuvieron diferentes tipos de problemas por lo que fue necesario eliminarlas del análisis estadístico. Los resultados de las seis localidades restantes mostraron un incremento promedio de 1 t/ha de rendimiento con la aplicación foliar de Zn, B, y Fe en la etapa V5-V6 y un incremento en el rendimiento de 1.3 t/ha con dos aplicaciones foliares una en V5-V6 y la segunda en V11-V12 con respecto al testigo sin aplicación foliar. Por otro lado, no hubo diferencias significativas entre el manejo del agricultor y el testigo sin aplicación foliar. Esto sugiere que los productos que están aplicando los agricultores no cubren las necesidades de micronutrientes del cultivo ya sea porque los nutrientes que se requieren no están presentes o los nutrientes están presentes, pero no en las concentraciones necesarias.



## INFLUENCIA DE LOS BIOSÓLIDOS COMO SUSTRATO PARA EL CRECIMIENTO DE NARANJA AGRIA (*Citrus aurantium*)

Carolina Trinidad Montero-Rosado<sup>1\*</sup>, Sara Aida Alarcón-Pulido<sup>2</sup> y Vicente Espinosa-Hernández<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se analizaron los biosólidos de una planta tratadora de aguas residuales para su aprovechamiento en la agricultura. El objetivo fue evaluar las características de los biosólidos y el efecto de su uso como sustrato en la propagación del portainjerto *Citrus aurantium*. Una primera fase consistió en caracterizar física, química y biológicamente los biosólidos, y posteriormente se estableció un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos: T0 testigo, T1 25% biosólido y 75% suelo, T2 50% biosólido y 50% suelo, T3 75% biosólido y 25% suelo, y T4 100% biosólido, con 4 repeticiones. Las variables fueron germinación, altura, diámetro, largo de raíz, biomasa, clorofila y fluorescencia. Los resultados obtenidos en laboratorio mostraron un alto contenido de MO, de macro y micro nutrientes, mientras que los metales pesados (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn y Fe) no rebasaron los límites máximos permisibles para biosólidos establecidos en la NOM-004-SE-MARNAT-2002. En campo, el porcentaje de germinación tuvo mejor respuesta el tratamiento T3. Este mismo grupo mostró el mejor desarrollo de la planta durante el experimento a excepción del crecimiento de las raíces que fue similar para todos los tratamientos. Con estos resultados se asume que los biosólidos estudiados no representan riesgos significativos para el uso agrícola y al integrarlos a la cadena productiva como sustrato para la propagación favorece la germinación y el crecimiento de *Citrus aurantium*.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

1 Colegio de postgraduados, departamento de Edafología. Texcoco, México.

\* Autor responsable: montero.carolina@colpos.mx

2 Universidad Veracruzana, facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz. México.

## INTERACCIÓN NANOPARTÍCULAS DE HIDROXIAPATITA-BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO

M en C. Rosalba Monroy-Miguel<sup>1</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

### RESUMEN

El fósforo es el macronutriente más importante para las plantas después del nitrógeno. Es un recurso no renovable que al aplicarse como fertilizante solo se aprovecha 1%, debido a su facilidad para formar compuestos insolubles con otros elementos, por lo que 90% se vuelve inaccesible para los cultivos. Se estima que para 2050 las reservas de fósforo habrán llegado a su tope máximo de producción; por lo que la deficiencia de fósforo puede comprometer la producción alimentaria mundial. El objetivo de esta investigación fue estudiar *in vitro* la interacción nanopartículas de hidroxiapatita-bacterias solubilizadoras de fósforo (NPHA-BSP). La investigación se dividió en dos fases. Fase I: se realizó la selección de BSP con capacidad para solubilizar fósforo en medio NBRIP. Se obtuvieron seis cepas bacterianas (*Klebsiella oxytoca*-13, *K. oxytoca*-21, *Enterobacter cloacae*-26, *Citrobacter freundii*-29-1, *E. cloacae*-31 y *Serratia marcescens*-36) con alta capacidad para solubilizar fósforo. Fase II: se evaluó la capacidad de solubilizar fósforo de las seis cepas seleccionadas en medio NBRIP modificado con NPHA sintetizadas por el método de precipitación química. Las NPHA que se sintetizaron midieron menos de 100 nm en alguna de sus caras, presentaron forma de hoja, así como diámetro hidrodinámico entre 72.27 nm y 137.5 nm. Se confirmó la presencia de hidroxiapatita por DRX y FTIR. Se eligió a *Enterobacter cloacae*-31 por su alta capacidad para solubilizar fósforo de distintas fuentes (64 mg L<sup>-1</sup> y 13 mg L<sup>-1</sup> equivalentes a 8% y 63% de P solubilizado de roca fosfórica (RF) y NPHA, respectivamente).

## REMEDIACIÓN DE SUELOS SALINOS CON UN INÓCULO FÚNGICO Y SU EVALUACIÓN COMO BIOFERTILIZANTE

Escobar-Flores, N.S.<sup>1\*</sup>, Rodríguez-Vázquez, R.<sup>2</sup> y Landa-Faz, A.<sup>3</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

### RESUMEN

La zona chinampera de Xochimilco en la Ciudad de México, cuenta con una producción agrícola, considerada como intensiva al tener hasta 4 ciclos agrícolas al año, por tanto, es común la pérdida de la capacidad productiva del suelo debido a la presencia de elevadas concentraciones de sales y alcalinidad, como resultado a las prácticas agrícolas inadecuadas como lo son; el riego con agua tratada, uso desmedido de fertilizantes y estiércol sin tratamiento previo. Los hongos pertenecientes al género *Penicillium* son capaces de producir ácidos orgánicos, los cuales disminuyen el pH del suelo. Los mecanismos por los cuales este tipo de hongos estimulan el crecimiento de la planta y la absorción de fósforo no se conocen totalmente. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto en la salinidad y alcalinidad producido por un inóculo fúngico presente residuos de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) en suelos chinamperos, así como su capacidad como biofertilizante en el desarrollo del cultivo de lechuga. El presente trabajo se llevó a cabo bajo condiciones controladas y de campo con un diseño factorial a diferentes niveles de colonización, fuentes de carbono y tamaño del residuo de naranja; con el fin de optimizar el proceso de micorremediación. Se realizó el análisis de suelo al inicio y al final del experimento, con el fin de evaluar los cambios en conductividad eléctrica, pH, fósforo, materia orgánica, nitrógeno, así como presencia de metales, sodio y calcio por medio de Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente, además se realizaron mediciones fitométricas y de rendimiento en plantas de lechuga. Los resultados mostraron que los ácidos orgánicos favorecieron la disminución de la conductividad eléctrica y el pH, así como la solubilización del fósforo asimilable presente en el suelo, lo cual influyó positivamente en el desarrollo agronómico del cultivo de lechuga.

1 Maestría en Ciencias en la Especialidad de Biotecnología. Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV.

\* Autor responsable: nayeli.saraib@cinvestav.mx; rrodrig@cinvestav.mx; Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV-IPN, Zacatenco CDMX.

2 Investigadora Titular.

3 Doctorado en Biotecnología.

## RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CON ZINC Y BORO EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN LA FRAILESCA, CHIAPAS.

Robertony Camas-Gómez<sup>1</sup>, José Iván Ortíz Monasterio-Rosas<sup>2</sup>, Rausel Camas Pereyra<sup>33</sup>, Pedro Cadena-Iñiguez<sup>4</sup> y Walter López-Baez<sup>5</sup>

### RESUMEN

En la región Frailesca, Chiapas, se han realizado diversos diagnósticos por el INIFAP y CIMMYT y se estima que existen 55,000 y 28,000 ha de suelos con bajos niveles de boro (B) y zinc (Zn), respectivamente, que limitan el rendimiento de maíz. En dos ciclos de experimentación (2015 y 2016) se monitoreó la respuesta a la aplicación de B y Zn en suelos con niveles limitantes de estos elementos y en dos ciclos posteriores (2017 y 2018) se evaluó la respuesta del maíz a la aplicación edáfica de cuatro niveles de B (0, 1, 2, y 3 kg ha<sup>-1</sup>) y cuatro de Zn (0, 7, 14, y 21 kg ha<sup>-1</sup>). Se realizó estimación de rendimiento de grano y se cuantificó la cantidad de B y Zn en la planta en la fase de R1 muestreando la hoja inferior opuesta al sitio de inserción de la mazorca, así como en el suelo a 0-15 cm de profundidad a la cosecha. Se obtuvo diferente respuesta entre las localidades y estuvo relacionada a los niveles de estos elementos en el suelo, así como a las condiciones de precipitación pluvial. En alguna, la mayor respuesta se obtuvo a la aplicación de 14 kg ha<sup>-1</sup> de Zn con incrementos promedio en rendimiento de 980 kg ha<sup>-1</sup> y de 1 a 2 kg ha<sup>-1</sup> de B, con incrementos de 760 kg ha<sup>-1</sup> y en otras además a la aplicación conjunta de ambos en similares cantidades. Los niveles de B y Zn el suelo y las hojas tendieron a incrementarse de acuerdo a las aplicaciones realizadas. Los resultados de este estudio demuestran que en suelos con niveles limitantes de Zn y B, existe una respuesta a la aplicación individual o conjunta de estos elementos, con incrementos importantes en el rendimiento de grano de maíz.

1-4-5 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

2 Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

3 Colegio de Postgraduados.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## RESPUESTA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A ZEOLITAS MEZCLADAS CON FERTILIZANTES

Quetzalli Carmona O.<sup>1</sup>, Claudia Hidalgo M.<sup>2</sup>, Francisco Rodríguez Neave<sup>1</sup>, Jorge D. Etchevers<sup>2</sup>.

### RESUMEN

Experiencias preliminares han mostrado un efecto positivo de la aplicación de zeolitas mezcladas con fertilizantes en suelos naturalmente poco fértiles. Poco se sabe de la respuesta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de estos productos. Las zeolitas son aluminosilicatos naturales porosas, alta CIC y selectividad por amonio y potasio. Cuatro productos comerciales (10% p/p suelo) con base en zeolitas se evaluaron en invernadero. Los tratamientos correspondieron a los productos evaluados: ZEO – FERT NITRO (T1), ZEO – FERT TRIPLE 16 (T2), ZE - G (T3), ZE - P (T4) y un control con fertilización óptima (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MAP, KCl y SFT. El diseño experimental fue bloques completos al azar con tres repeticiones. Las zeolitas se caracterizaron con difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido, CIC y bases de intercambio. Las variables de respuesta fueron: biomasa (vainas, hojas, tallo y semilla), rendimiento de grano, concentración de N, P, K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn. La biomasa y rendimiento de grano fueron mayores en T2, T3 y T4, incluso mayor que en el testigo con fertilización óptima. El N, Cu, Na, Mg, Mn en biomasa fue mayor en T1 y el P, K en T2; mientras que Ca en biomasa fue similar en T1 y T2. Con respecto a Zn no hubo diferencias entre los tratamientos. Se concluye que de los cuatro productos evaluados FERT TRIPLE 16 (T2) así como ZE – G Y ZE - P (T3 y T4) tienen potencial para ser usados en la fertilización del frijol, en suelos poco fértiles, ya que aumentan el rendimiento de grano y la biomasa.

1 Universidad Autónoma Chapingo, km. 38.5 carretera México-Texcoco, CP56230, Chapingo, Edo. México.

2 Colegio de Postgraduados, km. 36.5 carretera México-Texcoco, CP56230, Montecillo, Edo. México.

## SUELOS ÁCIDOS CULTIVADOS CON MAÍZ: ENCALADO Y ELEMENTOS TRAZA EN LA FRAILESCA, CHIAPAS

Karla Vianey Narváez-Gallegos<sup>1\*</sup>, Jorge Dionisio Etchevers-Barra<sup>1</sup>, Claudia M. Hidalgo-Moreno<sup>1</sup>,  
Víctor A. González-Hernández<sup>1</sup> y Robertony Camas-Gómez<sup>2</sup>

### RESUMEN

La acidez del suelo limita la producción de maíz (*Zea mays* L.) e incrementa la disponibilidad de elementos que pudiesen alcanzar concentraciones tóxicas, pero ésta puede contrarrestarse mediante encalado. El objetivo de este trabajo fue medir el impacto del encalado sobre el pH del suelo y sobre la concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y Al en suelo, hojas y granos de maíz cultivado en suelos agrícolas de La Frailesca, Chiapas, México, y compararlos con la concentración en suelos agrícolas sin encalar y suelos sin cultivar con vegetación nativa (VN). El Fe, Cu, Zn y Mn del suelo se extrajeron con DTPA 0.005 M y  $\text{CaCl}_2$  0.01 M y Al con KCl 1 N; mientras que sus concentraciones en hojas y granos se midieron en un digerido hecho con mezcla  $\text{HNO}_3$ - $\text{HClO}_4$ . La cuantificación se hizo por espectrometría de absorción atómica. El pH de suelos agrícolas fue menor que en VN hasta en 1.11 unidades, lo que favoreció la disponibilidad de Fe, Cu, Mn y Al. El encalado incrementó el pH del suelo hasta en 1.54 unidades con la aplicación de  $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Con la extracción con DTPA, Fe disminuyó significativamente de  $133.7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en suelos sin encalar a  $47.6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  con aplicación de  $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de cal, sin afectar la suficiencia en hojas y granos. Los suelos de La Frailesca son deficientes en Cu y Zn y el encalado lo ha acentuado reflejándose en hojas y granos. El Mn en suelo pasó de  $19.8$  a  $7.7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  lo que se manifestó en hojas y granos llegando al límite inferior del rango de suficiencia ( $30 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Las prácticas agrícolas acidifican favoreciendo la disponibilidad de Fe, Cu, Zn, Mn y Al, el encalado la disminuye pudiendo afectar la suficiencia de los mismos.

1 Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

\* narvaez.karla@colpos.mx

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro de Chiapas.

## USO DE COMPOSTA EN EL CULTIVO DE QUINOA (*Chenopodium quinoa* WILLD) EN TOCHIMILCO, PUEBLA.

Oliver Guadarrama Rogelio<sup>1</sup>, Granjeno Colín Andrea Elizabeth<sup>1</sup> y Beltrán Rosales Daniel<sup>1</sup>

### RESUMEN

Actualmente el grano de quínoa tiene gran demanda en mercados de la Unión Europea, Japón, Canadá y USA, por sus bastas características nutricionales que se comparan a la calidad nutricional de la leche materna. El presente trabajo se realizó para incorporar a la quínoa como un cultivo alternativo en la localidad de San Lucas Tulcingo, municipio de Tochimilco, Puebla, bajo los siguientes objetivos: Evaluar las características edáficas en la presiembra y poscosecha y cuantificar el rendimiento. Se realizó una siembra orgánica en terrazas, utilizando una dosis de 150 kg de N/ha empleado como fuente de nitrógeno composta (95%) y caballaza (5%), en una superficie de 5,000 m<sup>2</sup> dividida en cinco terrazas (1,000 m<sup>2</sup> cada una). Los resultados mostraron un incremento en las características químicas: pH, materia orgánica y nitrógeno en la poscosecha, derivado de los beneficios del uso de la composta. El rendimiento del cultivo fue de 1432 kg/ha., Dadas las características de la región y los resultados obtenidos con el uso del abono orgánico, la quínoa podría ser considerada en los siguientes años como una alternativa.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

1 Laboratorio de Edafoclimatología, departamento de Biología vegetal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Chamilpa. 62209. Cuernavaca Morelos.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## USO Y ABUSO DE FERTILIZANTES Y EXCRETAS DE BOVINO LECHERO ESTABULADO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN INTENSIVO DE FORRAJES

Dr. José Antonio Cueto Wong

### RESUMEN

A casi 60 años de los inicios de la Revolución Verde resultan evidentes los incrementos obtenidos en la producción de alimentos y materias primas derivadas de las tierras de cultivo, pastoreo y bosques. Al mismo tiempo, resultan igualmente evidentes los impactos negativos ocasionados a los ecosistemas por el uso de estos métodos de cultivo. Los daños causados por el uso intensivo de semillas mejoradas, agua, fertilizantes y pesticidas incluyen degradación de aguas y suelos, pérdida de biodiversidad, contaminación atmosférica y daños a la salud humana y animal. Sin embargo, varios estudios indican que para el año 2050 la población humana será de alrededor de 9,000 millones. Esto significa que se deberá continuar incrementando la producción de alimentos y materias primas, pero con el reto de mantener o mejorar la calidad de los recursos agua, suelo y atmósfera y desde luego la biodiversidad. En esta ponencia se presentará como ejemplo un sistema altamente intensivo de producción de leche bajo estabulación, el manejo de los cultivos, la producción de excretas, y el uso (y abuso) de los fertilizantes y las excretas en los cultivos forrajeros, con énfasis en el balance a nivel regional de nitrógeno y fósforo. Asimismo, se presentarán resultados de respuesta de cultivos forrajeros a la aplicación de fertilizantes sintéticos convencionales y de lenta liberación, y a estiércol de bovino crudo y compostado con base en sus concentraciones elementales. Se presentarán resultados del impacto en aspectos reproductivos humanos por efecto del consumo de agua con alta concentración de nitrato. Finalmente, se describirán algunos problemas relacionados como el ensalitramiento de los suelos y la degradación de la calidad del agua; las actuales líneas de investigación y se terminará con algunas reflexiones para mantener o mejorar el actual sistema de producción descrito tomando en consideración la salud humana y del agroecosistema.



## VALORACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE DOS SUSTRATOS ORGÁNICOS EMPLEADOS PARA REHABILITAR SUELOS COMPACTADOS

José Carmelo González-Pedroza<sup>1</sup>, Gustavo Álvarez-Arteaga<sup>1</sup>,  
Sarai Montes-Recinas<sup>1</sup> y María Estela Orozco-Hernández<sup>1</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

La materia orgánica en sus diferentes etapas de transformación es uno de los insumos más importantes para incrementar la calidad del suelo, basando su eficacia en los materiales de origen, así como en su grado de transformación. Desde tiempos antiguos, el aporte de residuos orgánicos al suelo ha sido una de las alternativas de rehabilitación de suelos ya que interrumpe los procesos degradativos, mejorando sus propiedades, al tiempo que reactiva la actividad biológica en el suelo. Las enmiendas orgánicas (composta y bocashi), son formas de emplear e introducir la materia orgánica en los suelos, éstas contienen biomoléculas en diferentes estadios de transformación por lo que son capaces de liberar de manera gradual los nutrientes. Como parte de una estrategia de rehabilitación de suelos para incrementar su aptitud agrícola y forestal, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar en una primera fase el efecto de implementar estas enmiendas orgánicas sobre las propiedades físicas y químicas de un suelo compactado; para tal efecto, se consideraron tres tipos de sustratos: suelo, suelo con composta y suelo con bocashi. Para cada tratamiento se realizaron por triplicado los análisis de laboratorio de acuerdo a la normatividad vigente. Los resultados indicaron que el suelo sin enmienda orgánica registró los contenidos más bajos de materia orgánica (2.0%), de retención de humedad (25%), así como mayor acidez; por su parte, el suelo con bocashi, resultó tener el mayor contenido de materia orgánica (10.2%), capacidad de retención de humedad (70%) y un pH ligeramente alcalino, mientras que el suelo con composta obtuvo las mayores tasas de respiración a 20 días. De acuerdo a los análisis realizados, las enmiendas orgánicas mejoran sustancialmente las propiedades físicas y químicas del suelo compactado por lo que se sugiere de manera preliminar su aplicación en una fase de campo.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Estado de México UAEM, Facultad de Planeación Urbana y Regional.

## VERIFICACIÓN DEL EFECTO DE ENMIENDAS PARA CONTROL DE LA ACIDEZ DEL SUELO Y RENDIMIENTO DE MAÍZ

Robertony Camas-Gómez<sup>1</sup>, Rausel Camas-Pereyra<sup>2</sup>, José Iván Ortíz Monasterio-Rosas<sup>3</sup>, Pedro Cadena-Iñiguez<sup>4</sup>, Walter López-Baez<sup>5</sup> y Neiser Emmanuel Velasco-Gonzalez<sup>4</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

### RESUMEN

En la región Frailesca, Chiapas, existen más de 35,000 hectáreas con suelos ácidos. Durante cuatro ciclos de experimentación se determinó la cantidad de cal dolomítica y yeso agrícola a aplicar para la corrección de la acidez en la capa arable 0-15 cm y más de 15 cm, respectivamente, y la cantidad de  $K_2O$  para suplir la baja disponibilidad de potasio (K). En el ciclo PV 2018, se estableció una parcela de validación de 0.7 ha. Se reporta la respuesta del maíz a tres tratamientos en un suelo con saturación de aluminio del 53% a 0-13 cm y 75% a 13-27 cm de profundidad; a) testigo, b) cal  $1.8 \text{ t ha}^{-1}$ , c) cal  $1.8 \text{ t ha}^{-1}$  + yeso  $1.25 \text{ t ha}^{-1}$  +  $K_2O$   $120 \text{ kg ha}^{-1}$ . Se usó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Como fuente de  $K_2O$  se usó KCl y el PRNT de la cal 62. Las enmiendas y el KCl se aplicaron al voleo e incorporaron a 10 cm de profundidad con una rastra de discos. Se observó respuesta positiva significativa ( $p < 0.01$ ) a la aplicación de cal+yeso+K, con un incremento promedio en rendimiento de  $1,695$  y  $4,457 \text{ kg ha}^{-1}$  con respecto a la de cal y testigo, teniendo el mayor beneficio neto y tasa de retorno marginal. También presentó mayor efecto en disminuir el aluminio intercambiable, y aumentar las cantidades de calcio, magnesio y potasio, principalmente en la capa arable y siendo limitada a más de 13 cm. El incremento en rendimiento en este estudio, representó el 57% del obtenido vía experimental en 2017, en una localidad con niveles de aluminio similar a la de la validación. Esta diferencia en rendimiento se atribuye a que en el ciclo PV 2018, se presentó un período de sequía intraestival de 32 días.

1-4-5 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

2 Colegio de Postgraduados.

3 Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

6 Universidad Autónoma de Chiapas.

## VOCACIÓN Y USO ACTUAL DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL ESTADO DE CAMPECHE

Karen Dose-Maldonado<sup>1</sup>, Lucy Mora Palomino<sup>2</sup>, Blanca Prado Pano<sup>2</sup>, Alfonso Árciga-Suárez<sup>1</sup>,  
Cynthia G. López-Delgado<sup>1</sup>, Leticia González-Durán<sup>1</sup> y Milton C. Soto-Barajas<sup>1</sup>

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

### RESUMEN

Actualmente la base de datos de la secretaría de Desarrollo Rural (SDR) del estado de Campeche: “Análisis espacial del SIG catastral-potencial” orientan sobre el uso potencial del suelo; sin embargo, los datos se ofrecen a una escala muy general para utilizarlos en espacios pequeños con cultivos particulares. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue comparar la información contenida en dichas bases de datos con análisis químicos de fertilidad y verificación del uso de los terrenos a nivel de campo en predios clasificados como de uso agrícola en Campeche. Se tomaron 94 puntos de muestreo de suelos, con la finalidad de determinar su fertilidad, en cada predio se tomaron cinco submuestras siguiendo las indicaciones de la NOM-021-SEMARNAT-2002. Las características fisicoquímicas del suelo determinadas fueron: Color en húmedo y seco, pH, conductividad eléctrica, contenido de metales, textura y densidad aparente. Después de comparar las bases de datos de la SDR sobre el uso potencial de los suelos y los obtenidos en campo, no existió una correspondencia entre la vocación y el uso actual de los suelos. La mayoría de los cultivos de importancia agrícola se ubicaron en el municipio de Hopolchen, de donde según las bases de datos, la vocación de los suelos es de uso forestal, vida silvestre, pastoreo moderado y un umbral limitado de cultivos, sin embargo, en las observaciones de campo se encontraron cultivos tales como: soya, maíz y en menor medida zonas forestales. Considerando los análisis químicos, los suelos no presentan problemas para el desarrollo de cultivos; sin embargo, se observó una discrepancia generalizada entre el uso potencial sugerido por las bases de datos y el uso actual que le dan los productores, lo cual requiere profundizar en estudios de fertilidad de suelos para proponer alternativas de manejo adecuado para evitar su deterioro y degradación.

1 Laboratorio de Análisis de Agua-Suelo-Planta – Instituto Tecnológico de Chiná. karitak12m230299@gmail.com

2 Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía – Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

## III. Aprovechamiento del recurso suelo

**Productividad de agrosistemas**

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## BIOMASA DE LAS ESTRUCTURAS DEL VÁSTAGO DE FRIJOL CON DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ Y UNICULTIVO

Marylin Guadalupe Palacios-Flores<sup>1</sup>, Ramón Díaz-Ruíz<sup>2</sup> y Juan Contreras-Ramos<sup>3</sup>

### RESUMEN

La acumulación de materia seca en las estructuras del vástago puede ser influenciada por la cantidad de nutrientes en el suelo, los arreglos topológicos, los sistemas de cultivos y las densidades de población. De manera particular, la asociación de cultivos afecta la cantidad y distribución de biomasa entre las estructuras del vástago de las especies asociadas. Así, el objetivo de la investigación fue conocer la acumulación de biomasa en las estructuras del vástago de frijol y maíz asociados usando diferentes densidades de frijol. Las plantas se disectaron en la etapa fenológica de frijol V4, fueron sembradas en macetas de plástico bajo invernadero. Los tratamientos se instalaron en un diseño de bloque al azar con 4 repeticiones. En una incubadora eléctrica se metieron las muestras para obtener su peso seco a 70°C durante tres días. El peso seco se registró en una balanza analítica. Las plantas de maíz y frijol presentaron mayor producción de biomasa en monocultivo en relación al asociado. Para el caso del frijol, la estructura con mayor acumulación de materia seca del vástago fue el tallo. El tratamiento con 6 plantas de frijol bajo asociación, presentó menor acumulación de materia seca en contraste con el tratamiento de 4 plantas de frijol en las mismas condiciones. En el caso del maíz, la estructura con mayor biomasa fueron las hojas, las cuales se desarrollan en mayor cantidad bajo monocultivo, seguido del tratamiento en asociación con dos plantas de maíz y dos de frijol. La misma tendencia se observa en la acumulación de materia seca para el tallo en ambos tratamientos. Entre los tratamientos asociados destaca el tratamiento con dos plantas de maíz y dos de frijol en la producción de biomasa en vástago de maíz, el aumento de la densidad de plantas de frijol provocó la disminución del mismo.

1 Universidad Politécnica de Puebla. marylin.palacios@uppuebla.edu.mx.

2-3 Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. dramon@colpos.mx.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE ABONOS ORGÁNICOS BAJO TRATAMIENTOS DE SOLARIZACIÓN

Rebeca Ivonne López Gonzalez<sup>1</sup> José Dimas López González<sup>2</sup>  
José Dimas López Martínez<sup>1\*</sup> y Jesús Luna Anguiano<sup>3</sup>

### RESUMEN

La Comarca Lagunera es una región donde existe gran actividad pecuaria, la cual produce alrededor de un millón de toneladas de estiércol base seca por día. El mejorar y conservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de un suelo constituye la base de su productividad agrícola, la cual depende en gran parte de la presencia o no de MO. Derivado de lo anterior el objetivo del presente trabajo fue: Caracterizar químicamente abonos orgánicos de origen Caprino, Bovino, Avícola. En el experimento se evaluaron 3 tipos de estiércol (bovino, caprino y gallinaza). Los factores en estudio fueron 2 (A y B), Estiércol y tipo de cubierta. Factor A: Estiércol a1 =Bovino, a2 =Caprino y a3=Gallinaza. Factor B: Acolchado b1 = Acolchado sencillo b2 = Acolchado doble. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con arreglo combinatorio con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Nitrógeno total (%), pH (adimensional) y CE (dS m). Los resultados indican para nitrógeno total % (NT) entre tratamientos de abonos orgánicos antes de solarización y después de la solarización incrementos en este elemento después de terminado el proceso. Ya que antes de iniciar la solarización los valores fluctuaban de 0.42, 1.69 y 1.89 % en Bovino; Caprino y Gallinaza respectivamente; concluido el proceso; NT presento valores de 1.75, 1.79 y 3.98 % bovino, caprino y gallinaza. Los resultados para NT indican que el tratamiento que presenta el mayor incremento en NT es el de gallinaza con cubierta sencilla después de solarización con 3.98 %; para el caso de Ph se observó que el tratamiento de bovino con cubierta sencilla tiene el valor más alto; con 8.9. Para CE el tratamiento de bovino con cubierta sencilla presenta su mayor contenido con 11.25 dS m. se sugiere seguir trabajado en solarización con abono orgánico de bovino con plástico de cubierta sencilla y gallinaza en NT para validar los resultados.

**Palabras clave:** Estiércol., Materia orgánica., Acolchado.

1 Facultad de Agricultura y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango. Apartado Postal 142 CP 35000. Gómez Palacio, Durango.

\* Autor de contacto: pepe\_dimaslopez@hotmail.com

2 Universidad Tecnológica de la Laguna C.P. 35150. Lerdo, Durango.

3 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez s/n. CP 27059. Torreón, Coahuila.

## COMPORTAMIENTO DE LA NODULACIÓN DE FRIJOL AFECTADA POR DENSIDADES DE FRIJOL ASOCIADO CON MAÍZ Y SOLO

Ramón Díaz-Ruiz<sup>1</sup>, Marylin Guadalupe Palacios-Flores<sup>2</sup> y Juan Contreras-Ramos<sup>3</sup>

### RESUMEN

La asociación de cultivos representa una convivencia de especies diferentes, las cuales pueden acoplarse o competir significativamente, la competencia llega a ser más evidente en la parte aérea, sin embargo también ocurre bajo el suelo entre las raíces que puede afectar a otro huésped que son las bacterias fijadoras de nitrógeno. Al respecto, la investigación tiene por objeto conocer los efectos en la nodulación de la asociación frijol con maíz y frijol solo probando diferentes densidades de la leguminosa. En invernadero se instaló el experimento en macetas de plástico, las densidades de frijol fueron 2, 4 y 6 plantas sembradas en los dos sistemas y dos plantas de maíz. El diseño experimental fue bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se trabajó en la etapa fenológica de frijol V4. El número de nódulos se estimó de manera visual, el peso seco fue obtenido en una incubadora eléctrica a 70°C durante 72 h y registrado en una balanza analítica. Las densidades de plantas de frijol al igual que la asociación con maíz y monocultivo tuvieron efectos significativos en el número de nódulos formados en las raíces de frijol y en la longitud de la raíz. Mayor cantidad de nódulos (97) fue registrado en el tratamiento asociado dos plantas de maíz y cuatro de frijol, seguido del tratamiento en monocultivo seis plantas de frijol con 96 nódulos. La longitud de la raíz principal de frijol fue mayor en el tratamiento asociado seis plantas de frijol y dos de maíz, en peso seco de la raíz de frijol sobresalió el tratamiento en monocultivo seis plantas de frijol. La longitud de la raíz del maíz fue mayor en la asociación con dos plantas de frijol, sin embargo, la mayor acumulación de materia seca de raíz se presentó en unicultivo.

1-3 Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. dramon@colpos.mx.

2 Universidad Politécnica de Puebla. marylin.palacios@uppuebla.edu.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## CULTIVO DE *Artorima erubescens* (ORCHIDACEAE), EN UN BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DEL SUR DE MÉXICO

Ramiro Ríos-Gómez<sup>1</sup>, Teresa Elvia Viedma-Vázquez<sup>1</sup>, Carmina Gámez-Barajas<sup>1</sup> y Eloy Solano-Camacho<sup>1</sup>

### RESUMEN

*Artorima erubescens* está considerada como vulnerable, es endémica de Guerrero y Oaxaca. Se usa con fines ceremoniales y ornamentales. Se comercializan sus inflorescencias y algunas veces las plantas completas. Además, de su hábitat se extrae leña y madera eliminando algunos de sus forofitos. En este estudio se cultivó con el fin de comercializarla y reintroducirla a su hábitat natural. Se consideró que su multiplicación es posible al desarrollar estolones. Para su cultivo se eligió un terreno plano, con agua disponible durante todo el año y radiación solar directa, ubicado en terrenos comunitarios de la Agencia Municipal de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca, en la Sierra Madre del Sur. La unidad experimental fue un tronco de *Quercus glabrescens* de aproximadamente 2 m de largo por 10 a 15 cm de diámetro. El diseño experimental consistió en cuatro tratamientos incluido el testigo, cada uno con 10 repeticiones y dos individuos, dando un total de 40 unidades experimentales y 80 plantas. El suministro de nutrimentos fue a través de abono sólido tipo Bocashi y foliarmente abono líquido fermentado. Estolones con cuatro pseudobulbos, son el tamaño adecuado para garantizar su supervivencia y establecimiento para su cultivo *in situ*. El análisis de varianza ( $p \leq 0.05$ ), indicó que existe diferencia en el número de hojas, pseudobulbos y raíces entre los tratamientos. La prueba de Tukey confirma estas diferencias significativas entre algunos tratamientos. Se concluyó que el desarrollo de las raíces adventicias, los brotes y las inflorescencias en los estolones cultivados se favoreció al incrementar la dosis de abono líquido fermentado. Por sus características dasonómicas en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, la presencia de *Chiranthodendron pentadactylon*, *Quercus glabrescens* y *Quercus laurina* asegura una exitosa reintroducción de *Artorima erubescens*. Por orden de importancia decreciente, estos tres son los forofitos preferidos por esta orquídea.

**Palabras clave:** Producción, conservación, propagación, forofito

<sup>1</sup> Unidad de Investigación en Sistemática Vegetal y Suelo, Laboratorio de Restauración de Suelo, FES Zaragoza, UNAM. DGAPA-PAPIIT IN2168133.



## EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN POR ESQUEJES DE ARÁNDANO AZUL VARIEDAD BILOXI (*Vaccinium corymbosum*)

MC. Judith Libertad Chavez Gonzalez<sup>1\*</sup>, Dr. Raúl Cárdenas Navarro<sup>1</sup> y Dr. Dr. Luis López Pérez<sup>1</sup>

### RESUMEN

El arándano es una frutilla con propiedades nutraceuticas. La principal forma de propagación del arándano es in vitro, por lo anterior surge la necesidad de evaluar las condiciones de propagación por esquejes en diferentes tipos de sustratos hidropónicos. El objetivo central, fue evaluar el efecto de diferentes sustratos en la propagación del arándano. Se emplearon esquejes de 20 cm tomados de la parte apical de plantas de un año de edad, los cuales se plantaron en cinco sustratos diferentes correspondientes a: Turba (peat moss) (PM); Fibra de coco (FC), Mezcla de Turba y Agrolita en proporción 2:1 (PMA); mezcla de Fibra de Coco y Agrolita en proporción 2:1 (FMA), y mezcla de Arena de rio y Tezontle en proporción 2:1 (ART) todas en volumen, para un total de cinco tratamientos, cada uno con ocho repeticiones. Las macetas se regaron durante 130 días con solución nutritiva. Se evaluaron diferentes variables: Diámetro, altura, peso seco de raíz, peso seco de la parte aérea, relación parte aérea/raíz, índice de esbeltez e índice de calidad de Dickson en el crecimiento inicial de plántulas. Se observó la formación del sistema radicular desde el día 30, en los sustratos, la masa fresca y seca de raíces se vio influenciada principalmente por el sustrato 100% mineral, mientras que la masa seca y fresca de tallos y hojas se incrementó principalmente en el sustrato PMA. El FMA tuvo un efecto significativo en el peso fresco y seco de las plántulas al día 66. La turba retiene un gran contenido de humedad provocando que el mayor porcentaje de esquejes fracasara en el sustrato (PM).

<sup>1</sup> UMSNH- Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales.

\* [ibqjudithchavez@gmail.com](mailto:ibqjudithchavez@gmail.com)

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## EFICIENCIAS ENERGÉTICA, DE USO DE LA TIERRA Y ECONÓMICA DE SISTEMAS DE CULTIVOS TRADICIONALES ASOCIADOS CON MAÍZ

Jaime Ruiz-Vega<sup>1\*</sup> y Fidel Diego-Nava<sup>1</sup>

### RESUMEN

Con base en experimentos de campo establecidos en los Valles Centrales de Oaxaca para evaluar seis agroecosistemas (AE) de cultivos asociados con maíz bajo condiciones de temporal relativamente favorable, se observó que en general las asociaciones produjeron una mayor eficiencia del uso de la tierra (ERT), mayores índices de beneficio/costo (B/C) y mayor eficiencia energética (EE) de los insumos utilizados para la producción con relación a los monocultivos. Los resultados indicaron que los cultivos múltiples mostraron los valores más altos de ERT para rendimientos de semilla y forraje, los cuales fueron significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) de los obtenidos bajo monocultivo, con el AE maíz-frijol de mata alcanzando el valor máximo para semilla (1.55) y el AE maíz-calabaza para forraje (1.78). La relación B/C fue alta para las todas las asociaciones, pero muy alta para la milpa, maíz-cacahuate y el monocultivo de cacahuate; el monocultivo de maíz mostró una relación B/C de 1.78. La mayor EE se encontró en la milpa con tracción animal, el cual alcanzó una EE de 18.49. Los monocultivos de frijol de guía y mata, y especialmente el de calabaza, y mostraron las EE más bajas. La suma de estos cuatro indicadores de eficiencia puede considerarse un indicador de la eficiencia global de los agroecosistemas (EGA), el cual es una aproximación a un indicador integrado de su sostenibilidad ambiental y socioeconómica. El mayor valor de EGA lo obtuvo la milpa tradicional (28.11), seguido por el obtenido en las asociaciones maíz-cacahuate y maíz-higuerilla. Entre los monocultivos, el cacahuate y maíz obtuvieron los valores de EGA más altos, mientras que la calabaza mostró el menor valor.

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Oaxaca, Santa Cruz Xoxocotlán, Oax. Becarios COFAA-IPN

\* Autor para correspondencia: jvega@ipn.mx

## EVOLUCIÓN DE LA PEDODIVERSIDAD EN EL SUR DE LA CUENCA DE MÉXICO POR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL USO DE SUELO

Elizabeth Solleiro-Rebolledo<sup>1\*</sup>, Yazmín Rivera-Uria<sup>1</sup>, Bruno Chávez-Vergara<sup>1,2</sup>, Jaime-Ortega<sup>1</sup>, Sergey Sedov<sup>1</sup> y Ofelia Beltrán-Paz<sup>1</sup>

### RESUMEN

La porción sur de la Cuenca de México ha sido intensivamente usada para actividades agrícolas desde época pre-hispánica. En las laderas de los cerros, dichas actividades promovieron deforestación y erosión y, en consecuencia, la degradación de los suelos. En este trabajo presentamos los resultados de un estudio de suelos en el volcán Teuhtli, localizado en el sur de la Cuenca de México, con el objetivo de entender las rutas pedogenéticas y la dinámica de evolución del paisaje. Para ello, se seleccionaron dos tipos diferentes de perfiles de suelos: en áreas “conservadas”, con menor influencia antrópica, y en sitios con actividades agrícolas intensas desde tiempos pre-hispánicos. Los suelos conservados se localizan en la ladera alta: Cima, Ladera y Yotecón. Los perfiles agrícolas son Cruz, Era y Llano, en el piedemonte. Las propiedades de ambos tipos de suelos son similares, sin embargo, en los agrícolas, la estructura es más débil, el contenido de carbono orgánico es menor y la densidad aparente mayor. Ambos suelos muestran dos procesos pedogenéticos principales: la andosolización y la formación de carbonatos. A pesar de la edad del material parental la fase Andosol no se ha perdido, por la dinámica geomorfológica de la zona, en la cual los procesos de erosión y coluvianamiento promueve la pérdida del suelo. Por otro lado, la formación de carbonatos pedogenéticos es gobernada por condiciones estacionales de sequía. La edad de los carbonatos ubica su formación en el Holoceno medio, una época en la que condiciones más secas se han registrado en otros sitios de la Cuenca de México. La actividad agrícola también ha promovido cambios morfológicos, químicos y físicos en los suelos. La cultivación continua ha limitado su desarrollo. Esto tiene un efecto negativo en la fertilidad de estos suelos, actualmente usados para sostener los agroecosistemas peri-urbanos de ciudad de México.

1 Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, 04510, México.

\* Autor de correspondencia [solleiro@geologia.unam.mx](mailto:solleiro@geologia.unam.mx). Circuito de la Investigación Científica S/N, 04510, Ciudad de México, México.

2 Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía, Cd. Universitaria, 04510, México.

## LOS BIOSÓLIDOS EN EL VALLE DE JUÁREZ CHIHUAHUA

Baltazar Corral Díaz<sup>1</sup>, Juan Pedro Flores Márgez<sup>1</sup> y Pedro Osuna Avia<sup>1</sup>

### RESUMEN

En 2017 la CNA señala que en México se tratan 135.7 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales (AR) equivalente al 63% del AR colectada; y se producen unas 856 mil toneladas de biosólidos (BS) por año, considerando 200g de sólido por cada m<sup>3</sup> de AR. En Ciudad Juárez se producen 64 t/día de BS de los 3.7 m<sup>3</sup>/s de AR tratada. Estos son procesados mediante digestión anaeróbica mesofílica y estabilizados con 4% de cal, cumpliendo con la NOM-004-SEMARNAT-2002. Los BS se pueden aprovechar como abonos orgánicos en lugar de confinarlos o incinerarlos. Con una dosis de 30t/ha se cubren 730ha/año en áreas agrícolas. El objetivo de este estudio fue analizar ventajas y desventajas del uso de BS en el Valle de Juárez durante 20 años. En 1999 la aplicación de BS no afectó la emergencia, ni el establecimiento, ni la calidad de la fibra del algodónero, pero sí incremento en 16% el rendimiento. En 2003 la mineralización de nitrógeno con dosis crecientes de BS fue del 20% en el ciclo otoño-invierno. En otro tipo de suelos y el mismo tipo de BS la mineralización fue del 20 al 30%. La proteína cruda de la avena fue mayor con una dosis intermedia de BS, 400Kg de NTK. Corderos pastoreados en avena con BS y AR no presentaron acumulación de metales pesados en músculo, riñón e hígado. En parcelas demostrativas con trigo los BS superaron con 400kg/ha al testigo. En 2014 la producción de algodón no fue diferente con BS y el control, pero se logró un ahorro de \$ 3260 en el costo de producción con BS. La conclusión es que los BS tienen grandes ventajas para usarse como abonos orgánicos, pero aplicándolos a las dosis recomendadas y bajo la vigilancia de un comité, para tener un manejo sustentable.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, ICB, Dpto. C. Químico-Biológicas, Cuerpo Académico Sistemas de Producción Agrícola. Autor de contacto: bcorral@uacj.mx

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

## MODELOS UNIVARIADOS PARA REPRESENTAR LA MATERIA ORGÁNICA DE SUELOS PRODUCTORES DE CACAO

Moisés Alonso Báez<sup>1</sup>, Carlos Hugo Avendaño Arrazate<sup>2</sup>,  
Manuel Grajales Solís<sup>3</sup> y Betsabé Leavit Alonso López<sup>4</sup>

### RESUMEN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región tropical Sur Sureste de México, representa uno de los sectores económico y social de alta trascendencia en los Estados de Chiapas y Tabasco. El sistema de producción de cacao representa un sistema de producción cerrado, donde el reciclado nutricional y principalmente su materia orgánica (MO) es constante. Sobre esta base, el objetivo de esta investigación fue representar mediante un modelo univariado el comportamiento de la MO a través de los sitios observados. Se colectaron 76 muestras de suelo para conocer los niveles de concentración de la MO en los primeros 20 cm de profundidad, donde los suelos fueran representativos establecidos con cacao en las entidades de Chiapas y Tabasco. Las muestras de suelo fueron secadas a la sombra, los terrones fueron rotos con un martillo de goma, éstas se tamizaron y se enviaron al laboratorio. La concentración se determinó por el método de Walkley y Black. La serie de estos valores fueron representados por un histograma de frecuencias, el cual no mostró representatividad y, los valores se transformaron por la raíz cuadrada para su análisis estadístico. Sucesivamente a esta serie se le ajustaron las funciones de densidad de probabilidad: Normal, Log-normal, Gamma, Weibull de dos y tres parámetros. Para comparar y seleccionar el mejor modelo, se utilizó el estadístico denotado por el criterio de información de Akaike (AIC), el cual considera para este propósito, aquel modelo cuya magnitud reporte el menor valor. Los resultados revelaron que, entre los modelos ajustados, el modelo Normal fue el que presentó mejor ajuste, seguido por Weibull de dos parámetros, log-normal, Weibull de tres parámetros y Gamma; cuyos valores del AIC fueron, 192.4, 193.3, 194.3, 195.0 y 203.8, respectivamente. Estos resultados evidencian la necesidad de seleccionar modelos propios para cada situación analizada.

1-2-3 Campo Experimental Rosario Izapa-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP.

\* alonso.moises@inifap.gob.mx.

4 Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan-Secretaría de Educación Pública.

## NITRÓGENO DISPONIBLE DE ESTIÉRCOL DE BOVINO LECHERO, EVALUADO EN MAÍZ FORRAJERO Y TRITICALE

Olivia García-Galindo<sup>1-3\*</sup>, Uriel Figueroa-Viramontes<sup>2</sup> José Antonio Cueto-Wong<sup>2</sup>, Gregorio Núñez-Hernández<sup>1</sup>, Miguel Ángel Gallegos-Robles<sup>1</sup> y José Dimas López-Martínez<sup>1</sup>

### RESUMEN

La Comarca Lagunera, ubicada en Coahuila y Durango, México, representa la mayor cuenca lechera del país. En esta región son comunes las explotaciones lecheras con áreas agrícolas para la producción de cultivos forrajeros, donde se aplican dosis excesivas de estiércol y se han reportado problemas de contaminación del agua por nitratos; por lo tanto, es importante generar información sobre el nitrógeno disponible del estiércol (NDE). Se realizó un estudio con dosis crecientes de nitrógeno (N), en función del requerimiento de N del cultivo (RNC), utilizando urea, estiércol de corral (EC) y estiércol del separador de sólidos (ESS) como fuentes de N, en cultivos de maíz forrajero en primavera-verano y triticale en otoño-invierno. Se evaluó el rendimiento de los cultivos, NDE del estiércol y N residual en suelo. El rendimiento de MS de maíz fue similar en todos los tratamientos, de 13.9 a 15.5 t·ha<sup>-1</sup>, excepto en 133% RNC con ESS, con el rendimiento más bajo. En triticale, las diferencias en rendimiento fueron no significativas. En maíz, la dosis de 428.6 kg·ha<sup>-1</sup> de N total con EC y de 449.6 kg·ha<sup>-1</sup> de N con ESS, tuvieron la misma extracción de N (Nex) de 141.2 kg·ha<sup>-1</sup>, equivalente a la dosis de 185 kg·ha<sup>-1</sup> de N con urea, que corresponde al 100% del RNC. Lo anterior indica una disponibilidad de N de 43.2% en EC y 41.1% en ESS. En invierno, el N disponible fue de 19.5% y 11.1% en EC y ESS, respectivamente. El N cuantificado en suelo mostro diferencia estadística con parámetros dentro del rango de 20.0 a 75.0 mg kg<sup>-1</sup>. El N disponible de EC y ESS, abasteció a dos cultivos forrajeros. Los valores de NDE fueron similares en ambos tipos de estiércol cuando se estimó en primavera-verano, pero en otoño-invierno el NDE fue mayor en el EC.

1 Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango FAZ-UJED.

\* olivia.garcia.galindo@hotmail.com

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP.

3 Universidades para el Bienestar Benito Juárez García-Plantel Cuencamé, Dgo.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## POTENCIAL EN RENDIMIENTO DE GRANO DE MAÍCES BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN PUEBLA

Engelberto Sandoval-Castro<sup>1</sup>, Mario Valadez-Ramírez<sup>1</sup>,  
José Hilario Hernández-Salgado<sup>1</sup> y Hugo Alberto Sánchez-Ramírez<sup>2</sup>

### RESUMEN

En Puebla el maíz es el cultivo de mayor importancia. Por lo que se están comercializando un número considerable de nuevos híbridos y variedades mejoradas. Evaluar estos materiales bajo las mismas condiciones, nos permite comparar el potencial productivo. El objetivo del presente estudio es de evaluar el potencial en el rendimiento de grano de híbridos y variedades comerciales de maíces en Puebla, bajo riego. Se establecieron tres experimentos en la principal zona de riego en el estado de Puebla (1800 a 2200 msnm), evaluando 22 variedades o híbridos de maíz comerciales, blancos y amarillos, bajo riego, en diferentes localidades. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La siembra fue con densidad de plantas de 85,000 plantas ha<sup>-1</sup> y fertilización 180-60-60 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), la mitad de nitrógeno y todo el fósforo y potasio en siembra, y la segunda mitad de nitrógeno en segunda labor. Las variables evaluadas fueron altura de planta, floración femenina y masculina, número de granos e hileras y, rendimiento de grano. La respuesta en las variedades mejoradas fue significativa en las variables estudiadas. Los rendimientos de grano fueron de 11981 a 18908 kg ha<sup>-1</sup>, las variedades o híbridos con mayor rendimiento de grano presentan mayor número de hileras y granos en la mazorca, así como la longitud y diámetro de la misma. Entre localidades se presentaron diferencias en el rendimiento de grano. Los materiales nuevos superaron a los ya utilizados en la zona. Las variedades e híbridos de instituciones públicas y privadas que fueron consideradas como testigos de referencia, para la comparación respectiva, tuvieron una función relevante para la recomendación de aquellos genotipos sobresalientes en su potencial productivo. Estos resultados muestran que existen híbridos y variedades mejoradas con potencial en el rendimiento de grano bajo riego, con fertilización y densidad de plantas alta.

1 Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. engelber@colpos.mx

2 SADER, Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Puebla.

## POTENCIAL PRODUCTIVO DE SUELOS CON DIFERENCIALES CLIMÁTICAS EN ARAMBERRI, N.L.

Vicente Vidal Encinia Uribe<sup>1</sup>, Edgar Vladimir Gutiérrez Castorena<sup>1</sup>,  
Lileny Sarahi Mireles Martínez<sup>1</sup> y Diana Patricia Quintanilla Resendiz<sup>1</sup>

### RESUMEN

La planeación de los agroecosistemas y la evaluación del potencial productivo en suelos con diferenciales climáticas es trascendental para cualquier entidad federativa agrícola o forestal. Nuevo León se localiza tanto en la Gran Llanura Costera del Golfo Norte con clima semiárido y precipitación limitada, torrencial y aislada, como en la Sierra Madre Oriental, clima subhúmedo tropical que determina la variabilidad vegetativa y procesos de formación de suelos. El determinar el tipo, grado, uso y manejo de los suelos, así como la intensidad de la explotación de los recursos hace la diferencia entre sistema sostenible o no. Aramberri, se considera un municipio con grado alto de marginación y medio en rezago social (15.45% de su población en pobreza extrema) es determinante cuantificar los componentes involucrados (superficies y componente agrícola o forestal). La investigación tiene como objetivo estimar el potencial productivo (PP) de los suelos mediante la evaluación de tierras, utilizando una cartografía digital a partir de la foto-identificación de objetos y vectorización digital de los componentes agroforestales e inventario de los suelos. Los resultados del proceso de digitalización arrojó 4 componentes como: Bosque, Montaña Matorral, Matorral Llano y Agrícola sobre la plataforma digital y generó 196 polígonos de los cuales el 10% se utilizó como puntos de muestreos. Los componentes de Bosque tienen el PP del 75% para explotación maderable y el Agrícola en 88% calificado como excelente en productividad, no así a Matorral Llano y Montaña Matorral por escases de agua. Aramberri presenta 178,769 has consideradas potencialmente productivas tanto agrícolas, maderable o por servicio ambiental, con ello, mejorar el nivel de vida de su población.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Centro de Agricultura Protegida. Francisco I. Madero S\_/n, Hacienda el Canadá. 66050 Gral. Escobedo, N.L.



I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## PRÁCTICAS UTILIZADAS PARA LA PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD EN UN MÓDULO AGROFORESTAL

Torres-Aquino, M<sup>1\*</sup>, Sandoval N. R.A.<sup>2</sup>, Gavi-Reyes, F.<sup>3</sup>, Martínez-Hernández, J.J.<sup>2</sup> y Robledo, S.E.<sup>3</sup>

### RESUMEN

La degradación de los recursos hídricos y edáficos en las regiones áridas y semiáridas de México impactan negativamente la producción de alimentos y por ende la seguridad alimentaria de los pobladores de estas regiones. Para mitigar o revertir estos efectos, se ha propuesto el rediseño de los sistemas de producción agrícola, la implementación de técnicas sustentables orientadas a estabilizar la productividad, restauración y conservación de los agroecosistemas. En este contexto, los sistemas agroforestales (SAF) representan una alternativa viable de producción para la solución de esta problemática. Con base en lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo general: determinar las prácticas utilizadas en la producción agrícola y productividad de un módulo agroforestal. Para lo cual, se realizó un análisis comparativo de las prácticas que el productor utiliza en un módulo agroforestal, así como el rendimiento obtenido. Dicho módulo está ubicado en la localidad el Hospital, municipio de Charcas, San Luis Potosí. Durante el periodo analizado (junio 2015 a marzo 2016 y de agosto 2017 a octubre 2018) el productor cosechó productos de 16 especies vegetales (pertenecientes a 11 familias). Las familias Amaryllidaceae, Fabaceae, Cucurbitaceae, Apiceae, Astereceae y Solanaceae estuvieron representadas cada una por dos especies y el resto de las familias por sólo una especie vegetal. Las prácticas utilizadas fueron: a) conservación (labranza reducida); b) vegetativas (diversificación de cultivos, cultivos asociados, cultivos intercalados y rotación de cultivos); y c) agronómicas (fertilización de fondo y fertigación). Se obtuvo mayor rendimiento durante el período comprendido entre agosto 2017 a octubre 2018 así como una mayor diversificación de cultivos, con respecto al periodo comprendido entre el mes de junio 2015 a marzo 2016. La mayor productividad se atribuyó a la mayor diversificación de especies y experiencia adquirida por el productor. Lo cual contribuyó en la seguridad alimentaria y economía de la familia rural.

1 Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí; 4Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de suelos.

\* Autor de correspondencia: maquino@colpos.mx; Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, (496) 963-02-40

2 Comisión Nacional de Zonas Áridas,

3 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo; Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de suelos.

## PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE ORGÁNICO DE MAÍZ Y FRIJOL YORIMÓN WALP EN LA COMARCA LAGUNERA

J. Guadalupe Luna-Ortega<sup>1</sup>, Miguel Ángel Gallegos-Robles<sup>2</sup>, Adamaris Maday Morales García<sup>1</sup>, Paola Janeth Ramírez Huerta<sup>1</sup>, María Gabriela Cervantes Vázquez<sup>2</sup> y Lorenzo Antonio Ramírez Aviña<sup>1</sup>

### RESUMEN

En la comarca lagunera existe la necesidad de buscar nuevas alternativas para abaratar costos de producción de forraje para el ganado bovino lechero, dado que en esta región se encuentra la cuenca lechera más grande del país. Uno de los cultivos de mayor demanda es el maíz forrajero (*Zea mayz* L) y en asociación con el frijol yorimón (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) puede satisfacer las necesidades de la alimentación en la dieta de vacas lecheras, dada su alta productividad y calidad en verde y ensilado. El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la Universidad Politécnica de la Región Laguna y el objetivo fue evaluar la producción de forraje y calidad con dos fuentes de fertilización, orgánica y química como testigo en la producción y calidad del forraje en combinación maíz y frijol yorimón. Se utilizó el híbrido de maíz AN-447 y frijol yorimón (*Vigna unguiculata* L.) Walp. Se evaluó una dosis química inorgánica de 200-100-00 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K, y una dosis de fertilización orgánica de vermicomposta a razón de 15 t ha<sup>-1</sup>. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se evaluó el peso de forraje verde, materia seca, energía neta de lactancia, energía neta de mantenimiento y proteína. No hubo diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas, lo que señala la posibilidad de sustituir la fertilización química por la orgánica.

1 Universidad Politécnica de la Región Laguna, lupe\_lunao@yahoo.com.mx  
2 Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED, Gómez, Pal., estado de Durango. México.

## PROPUESTA PARA EL USO APROPIADO DE BIOSÓLIDOS EN SUELOS DE SISTEMAS PRODUCTIVOS AGRÍCOLAS

Juan Pedro Flores Margez<sup>1</sup>, Pedro Osuna Avila<sup>1</sup> y Baltazar Corral Diaz<sup>1</sup>

### RESUMEN

El volumen de agua residual tratada en México fue de 124 m<sup>3</sup> /s en 2017 reportado por la Comisión Nacional del Agua, el cual estaría generando 782 mil t de lodos residuales aproximadamente al asumir un promedio de 0.2 g de sólido por L de agua tratada. Al considerar una dosis de aplicación de 30 t/ha en base húmedo de lodos o biosólidos se estarían beneficiando 26 mil ha de suelos en sus diferentes usos potenciales. Una ventaja del uso de estos residuos orgánicos es el aumento del contenido de materia orgánica hasta 1% en aplicaciones entre 15 a 45 t/ha dependiendo del nivel de humedad de los biosólidos. Esto permite una eficiencia en la retención de humedad del suelo y por consiguiente ahorro de agua, además del aporte de nutrimentos al suelo. El crecimiento poblacional del país conlleva al aumento del uso de agua, tanto el reciclaje del agua residual como su tratamiento, aumento de lodos residuales de los que debe analizarse su producción y legislación (NOM-004-SEMARNAT-2002). Las acciones planteadas son: 1) Lograr la formación de un grupo de trabajo nacional para realizar propuestas de proyectos conjuntos a escala nacional. 2) fomentar acciones del grupo para utilizar una metodología común en la determinación de tasas de mineralización de biosólidos que permitan optimizar el cálculo de dosis agronómicas de aplicación para las unidades de suelos representativas de cada región del país. Se plantean dos técnicas, el uso de resinas sintéticas de intercambio iónico y el método de la diferencia basado en nitrógeno total Kjeldahl y 3) Analizar la NOM 004 y el concepto de dosis agronómica de biosólidos basada en considerar las características del suelo, biosólidos y manejo agronómico. La propuesta permitirá reducir sitios de confinamiento de lodos residuales y propiciar usos sustentables de biosólidos en los suelos del País.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, ICB, Dpto. Químico Biológicas, Cuerpo Académico Sistemas de Producción Agrícola. Autor de contacto: Juflores@uacj.mx

## IV. Educación y asistencia técnica

**Educación**

## EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS DE MANEJO DE FERTILIZANTES, ORIENTADAS A INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE USO DE NITRÓGENO EN TRIGO CULTIVADO BAJO AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

Jesús Santillano Cázares<sup>1</sup>, Maria Elena Cárdenas Castañeda<sup>2</sup> y Iván Ortiz-Monasterio Rosas<sup>2</sup>

### RESUMEN

Sistemas de producción agrícola sustentables pueden lograrse mediante el uso eficiente de los insumos para la producción y los parámetros del uso eficiente de nitrógeno (EUN), las cuales son medidas indirectas de la sustentabilidad de los sistemas de producción. El objetivo fue investigar el efecto de tratamientos consistentes en el manejo de fertilizantes a base de nitrógeno (N), sobre el rendimiento de trigo, concentraciones de N en grano y paja, y parámetros de la EUN, bajo agricultura de conservación (AC). El trabajo se desarrolló en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en el noroeste de México, durante cinco ciclos de producción. Diez y siete tratamientos fueron probados e incluyeron distintas fuentes de urea, momentos y métodos de aplicación de los fertilizantes. Contrastes ortogonales fueron utilizados para comparar grupos de tratamientos y análisis de correlación y regresión fueron utilizados para observar las relaciones entre los rendimientos de trigo y sus parámetros de EUN. Los contrastes de la comparación de rendimientos de trigo sobre la EUN se comportaron de forma similar. Los momentos de aplicación de los fertilizantes tuvieron un efecto no significativo sobre los rendimientos o la  $EU_N$  ( $p > 0.050$ ). Sin embargo, los métodos de aplicación resultaron en diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) en rendimientos y en la eficiencia agronómica del N ( $EA_N$ ). Los parámetros de la EUN registrados fueron promedio, en relación con otros reportes en la literatura, pero la productividad asociada con los niveles de EUN fue alta. Los resultados indicaron que el trigo se desarrolló bajo condiciones no críticamente limitantes de suministro de N, sugiriendo que la mineralización de N y las pérdidas limitadas de N del suelo bajo AC contribuyeron a esta condición nutricional favorable, así minimizando la importancia de las prácticas de manejo, bajo sistemas de producción maduros de AC.

1 Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California

2 Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

## IMPLEMENTACIÓN DE HUERTOS URBANOS EN ESPACIOS ACADÉMICOS COMO ALTERNATIVA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Zuleima Guadalupe Piña-Mercado<sup>1</sup>, Lizette Miranda-Ramírez<sup>1</sup>, Mari Carmen García-Ceferino<sup>1</sup>, Aldo Erick Magallon-Velásquez<sup>1</sup> y Gustavo Álvarez-Arteaga<sup>1</sup>

### RESUMEN

La creciente concentración de la población humana dentro de espacios urbanos ha promovido su desvinculación con el medio ambiente, propiciando la degradación de los recursos naturales y la pérdida de bienes y servicios que proveen. Bajo este contexto, la agricultura urbana es una alternativa para acercar al ser humano a la naturaleza a través del conocimiento y manejo racional de recursos como el suelo, agua y vegetación. Como parte de su misión educativa, las instituciones de enseñanza profesional requieren de formular estrategias para generar y transferir el conocimiento a la sociedad. La presente investigación tiene como objetivo Implementar un espacio para el diseño y aplicación de un programa piloto de manejo de residuos orgánicos y huertos urbanos dentro de la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAEMéx, con el propósito de dar a conocer a la comunidad académica y público en general los conocimientos básicos y beneficios que tiene esta modalidad agrícola. La construcción se llevó a cabo por alumnos y docentes mediante materiales reciclados, considerando el proceso completo desde el acopio y procesamiento de residuos orgánicos, pasando por la preparación de sustratos, producción y manejo de plantas, hasta su cosecha y comercialización a escala local. Además, actualmente los estudiantes imparten talleres de elaboración de compostas, sustratos y cultivo de especies comestibles y medicinales, quienes en breve constituirán brigadas que realicen la transferencia tecnológica en comunidades rurales marginadas del Estado de México. Para la construcción e implementación de huertos urbanos se utilizaron materiales como semillas de lechuga, brócoli, espinaca y tomillo; charolas para germinación, espátulas, suelo; además de que se hizo uso de los invernaderos previamente instalados en la facultad y de sustratos anteriormente elaborados. El proyecto constó de tres fases: 1) Selección y germinación de las semillas, 2) Trasplante, 3) Registro de datos (de humedad y temperatura).

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Planeación Urbana y Regional.

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

I  
Diagnóstico, metodología  
y evaluación del recurso suelo

II  
Relación suelo-clima-biota

III  
Aprovechamiento  
del recurso suelo

IV  
Educación  
y asistencia técnica

ÍNDICE GENERAL

## PRODUCCIÓN DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch.) EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO VERTICAL BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Alvarado-Chavez J. A.<sup>1</sup>, García-Herrera E. J.<sup>1</sup>, Lara-Herrera A.<sup>2</sup> y Gómez-González A.<sup>1</sup>

### RESUMEN

El modelo actual basado en las grandes superficies de cultivo ejerce presión sobre los recursos naturales agua y suelo, en las próximas décadas se volverá insostenible. El cultivo de fresa ha incrementado su superficie en estos últimos años, convirtiendo a México en uno de los productores más importantes a nivel mundial. La fresa se ha convertido en un cultivo factible de producirse dentro de un sistema vertical por sus características fisiológicas. El objetivo del presente estudio fue evaluar dos variedades de fresa, en dos densidades de plantación y tres elevaciones de las plantas en un sistema de plantación en macetas vertical. El factor variedad Festival mostró efecto significativo en número de hojas hasta los 126 DDT, en diámetro de la corona mostró diferencias entre los dos cultivares durante el ciclo, no teniendo influencia en el rendimiento de frutos. Existió una correlación positiva entre el número de frutos ( $r^2=0.89$ ), diámetro de frutos ( $r^2=0.54$ ) y peso de fruto ( $r^2=0.40$ ) con el rendimiento total. La densidad de plantación no tuvo efecto significativo en el crecimiento de planta o en el rendimiento y calidad de fruta. El sistema vertical en macetas no presentó diferencias entre los niveles de elevación. Demostró tener una alta productividad de 16 kg m<sup>-2</sup>.

1 Campus San Luis Potosí, Maestría en Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados, Calle Iturbide No. 73, C.P. 78600 Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.

2 Universidad Autónoma de Zacatecas, Jardín Juárez #149 Centro Histórico C.P. 98000 Zacatecas, Zacatecas. México.

## UNA NUEVA ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FERTILIDAD DE SUELO

Sara García Huerta<sup>1</sup> y J. D. Etchevers Barra<sup>1</sup>

### RESUMEN

En el ámbito agronómico, la enseñanza tradicional no brinda a los estudiantes un adecuado aprendizaje al volver monótonas las prácticas ejercidas por los docentes, y no incentivar al estudiante a investigar. El objetivo del presente trabajo fue por ello, implementar una forma dinámica de enseñanza que fuerce a investigar y analizar más los temas abordados. Al estar investigando se genera mayor curiosidad, que tiene como resultado incitar a una búsqueda de información más extensa. Una sesión con este tipo de enfoque resulta más eficiente para recordar o forjar nuevos conocimientos adquiridos durante el proceso de investigación en el área de fertilidad de suelos. Los docentes brindan un pequeño panorama del tema, para así dirigir a temas específicos y concretar las ideas, para comprender el adecuado funcionamiento de los sistemas de producción enfocándonos al sistema suelo, sin dejar a un lado los factores que pueden influir en él. En el momento de llevar esto a la práctica se vuelve más sencillo entender el porqué de las situaciones, ya que los problemas encontrados se engloban como un sistema de producción, en el que, al afectar una parte del proceso, provoca que no funcione adecuadamente. Por ejemplo, se elaboraron carteles durante las sesiones para comprender la forma en que los nutrientes son adsorbidos por la planta, debido a la forma en que se encuentran los nutrientes en el suelo y características del sistema radical de las plantas para lograr adquirir dichos nutrientes. Se realizaron esquemas para comprender mejor la interacción existente entre el sistema suelo y el sistema planta, ver que los factores climáticos tienen una gran repercusión en su adecuado funcionamiento. Esta nueva modalidad de enseñanza vuelve más analíticos a los estudiantes al momento del resolver un problema al que se enfrenten.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Correspondencia: [garcia.sara@colpos.mx](mailto:garcia.sara@colpos.mx)



# MEMORIA DEL 44° CONGRESO MEXICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

AGUASCALIENTES, AGS., MÉXICO / OCTUBRE 2019

El cuidado de la edición estuvo a cargo  
del Comité Científico del 44° Congreso Mexicano de la Ciencia del Suelo  
y de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

