

# EL SUELO, DONDE TODO COMIENZA

*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

## EL SUELO, DONDE TODO COMIENZA

Primera edición 2019

D.R. © Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Av. Universidad 940  
Ciudad Universitaria  
Aguascalientes, Ags., 20131  
www.uaa.mx/direcciones/dgdiv/editorial/

### Coordinadores

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

D.R. © Natividad Tlacotempa Avilés  
Fabián Fernández Luqueño  
Miriam Vega Hernández  
Mónica Alondra Flores Rivera  
Manuel Alexis Sánchez Castro  
Andrea Yakelin Pérez Moreno  
Pedro Rivera Ruiz  
Román Guadalupe Morales Marta  
Hermes Pérez Hernández  
César Roberto Sarabia Castillo  
Rolando Ávila Ayala  
Margarita Eugenia Gutiérrez-Ruiz  
Tarsicio Medina Saavedra  
David Cristóbal Acevedo  
María Dolores Guevara Espinosa  
Lenom Cajuste Bontemps  
Isabel del Rayo Estrada Herrera  
Óscar Valdivia Martínez  
Tania González Vargas  
Erika María López García  
Mario Francisco Santoyo de la Cruz  
Julia Amalia Hernández González  
Alejandra Guadalupe Villegas Pañeda  
Rufio Sánchez Hernández  
Gustavo Ortiz Ceballos  
Karla Varela Mata  
Luis Fernando Monfil Hernández

Sergio Dionisio Luévano Gurrota  
David Espinosa Victoria  
José Saúl Padilla Ramírez  
Juan Carlos Camacho Chab  
Griselida del Carmen León-Galván  
Karla Vanessa de Lira Ramos  
Blanca Estela Gómez Luna  
Gabriela Medina Pérez  
Judith Castellanos Moguel  
Jorge López Cárdenas  
Rubén Garza Lau  
Alejandro Moreno Reséndez  
Marco Antonio Bustamante García  
Angélica Cardiel Alanís  
Nayely Jazmín Gutiérrez Ruelas  
Ezequiel Muñoz Márquez  
Aracely Mena Echevarría  
Rosálinda Mendoza Villarreal  
Adalberto Benavides Mendoza  
Juan Carlos Velázquez Juárez  
José Osbaldo Ramos Méndez  
José Rafael Paredes Jácome  
Hugo Ernesto Flores López  
Alejandro Ismael Monterroso Rivas  
Nadia Hernández Tapia  
Mariana Miranda Arámbula  
Fidel Blanco Macías  
Tomás Moreno Gallegos  
Jesús López Guzmán  
Rebeca de Gortari Rabiela  
Nalleli Concepción Pérez Pérez  
María Inés Yáñez Díaz  
Rafael Delgado Martínez  
Leonel García Álvarez  
Victorino Gómez Valenzuela  
Karem Arely Aguirre Terrazas  
Jonatan Torres Pérez  
Ruby Azucena Sarabia Sánchez  
Eva Jessica García Celestín  
Claudia Tiscareño Villa  
Yuridia del Carmen Jiménez López  
Gildardo Pérez Mireles  
Miguel Ángel Martínez Gamiño

Héctor Ramírez Garduño  
Alfonso Serna Pérez  
Jonhson Fabrício Garcés Aguirre  
Maritza Guadalupe Ramírez Gerardo  
Martín Espinosa Ramírez  
Carlos Rojas Santillán  
Daniel Torres Nava  
Miguel Agustín Velásquez Valle  
Sergio Arellano Arciniega  
Edelvis Mónica Álvarez Cadena  
Esteban Salvador Osuna Ceja  
Francisco Guadalupe Echavarría Chalrez  
Roberto García Marroquín  
Brenda Ponce Lira  
Abraham Díaz Romo  
Susana Ortega Lopez  
Leonardo Pulido Madrigal  
Arturo Erubiel Hernández Tirado  
Gilberto Vela Correa  
Dulce Flores Rentería  
Luis David Naranjo Espinoza  
Juan Manuel Covarrubias Ramírez  
Mónica Guadalupe Lozano Contreras  
Aurelio Báez Pérez  
Miguel Ángel Gallegos Robles  
Rubén Guerrero Medina  
Jaime Cruz Rodríguez Gómez  
Gabriela Vázquez Barenca  
Gustavo Mercado Mancera  
Cristian Alejandro Reyna Ramírez  
Rigoberto Castro Rivera  
José Antonio Hernández Herrera  
Alfredo Mondragón Sánchez  
Gisela Aguilar Benitez  
Sara Luz Vera García  
Erick Baltazar Brenes  
Alfonso de Luna Jiménez  
Juan Pedro Flores Marguez  
Felipe De Jesús González Rodríguez  
Armando Lopez Santos  
Mercedes Borja Bravo  
Luis Reyes Muro

### Comité de Arbitraje Científico:

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

### Para citar esta obra:

Ramos G. F., Reyes M. L., Padilla R. J. S., Perales S. C., Martínez G. M. A., Rodríguez M. V. M., Osuna C. E. S. y Borja B. M. (Coords.). 2019. *El suelo, donde todo comienza*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags. México. 972 p.

Diseño editorial:  
Genaro Ruiz Flores González  
ldgnaro.myportfolio.com

ISBN 978-607-8652-94-5

Hecho en México  
*Made in Mexico*

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

PROPAGACIÓN CLONAL DE GUAYABO EN DISTINTOS MEDIOS DE ENRAIZAMIENTO  
Alfonso de Luna-Jiménez, José de Jesús Luna Ruíz, Jesús Fuántos-Mendoza y Jorge Martínez-de Lara 916



RESPUESTA DEL TRIGO A LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS EN SUELO AGRÍCOLA  
A NIVEL COMERCIAL EN EL VALLE DE JUÁREZ, CHIHUAHUA  
Juan Pedro Flores Margez, Ana I. Flores Arras y Humberto Méndez Olmos 923

RESPUESTA TOMATE VERDE  
A LA ASPERSIÓN FOLIAR DE MIEL DE ABEJA MAS INOCULANTES EN CAMPECHE  
Felipe de Jesús González-Rodríguez, Mario Ben Hur Chuc-Armendáriz, Silvia Candelaria Almeyda-Saenz  
Gonzalo Miguel Quetz-Aguirre y Jose del Carmen Chi-Villanueva 929

USO DE UNA RED NEURONAL PARA DETECTAR VARIABLES EDÁFICAS CLAVE  
EN HUERTOS DE GUAYABA DE CALVILLO, AGUASCALIENTES  
Armando López Santos y Jorge Alejandro Torres González 936

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 TRIGO A LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS EN SUELO AGRÍCOLA A NIVEL COMERCIAL EN EL VALLE DE JUÁREZ, CHIHUAHUA

Juan Pedro Flores Margez<sup>1</sup>  
Ana I. Flores Arras<sup>2</sup>  
Humberto Méndez Olmos<sup>3</sup>

## RESUMEN

El reciclaje de los lodos residuales o biosólidos en suelos agrícolas es una alternativa ya utilizada en muchos países, pero en México sigue incipiente esta acción benéfica para el incremento de la materia orgánica de los suelos y la productividad agrícola. Los objetivos fueron evaluar la respuesta agronómica del trigo a la aplicación de biosólidos de digestión anaeróbica, así como capacitar a los agricultores y técnicos sobre el manejo apropiado de estos materiales en agricultura, utilizar estrategias de difusión del programa para fomentar el uso de biosólidos en suelos agrícolas y, estructurar y activar las funciones de los integrantes de la Comisión de Uso de Biosólidos para esta región. El estudio se realizó en una parcela agrícola del Valle de Juárez, Chihuahua, cultivada con trigo. Se tuvo una hectárea con biosólidos y otra para el testigo, el manejo del cultivo fue uniforme para ambos lotes. Se colectaron siete muestras al azar de un metro cuadrado para la estimación de rendimiento de grano. Los resultados mostraron aumentos significativos en el rendimiento de grano hasta 7.7%, pero lo más impactante fue el ahorro en fertilizantes químicos al utilizarse los biosólidos, así como un incremento del contenido de nitrógeno total del suelo, lo cual se asocia a la materia orgánica agregada que permite mayor retención de humedad de los suelos y liberación de nutrientes.

**Palabras clave:** Nitrógeno total, cereales, abono orgánico, rendimiento.

- 1 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, juflores@uacj.mx
- 2 Servicios Agropecuarios Paso del Norte S.C., Ciudad Juárez, Chihuahua.
- 3 Concesionaria de Aguas Residuales de Ciudad Juárez, Chihuahua, Degremont, 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

## INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental y en salud humana que actualmente puede estar representando el almacenamiento de lodos residuales o biosólidos en terrenos abiertos o en ocasiones en el relleno sanitario municipal de Ciudad Juárez, ha conducido a plantear la posibilidad de utilizar estos residuos sólidos como abono orgánico en suelos agrícolas con la finalidad de *reciclarlos* en un ambiente natural. Existen antecedentes desde el año 2000 sobre evaluaciones de biosólidos en suelos agrícolas del Valle de Juárez, Chihuahua, los cuales se realizaron en cultivos de algodón, sorgo forrajero y praderas en los tres municipios que conforman este Valle (Figueroa *et al.*, 2008). Los resultados indicaron que los rendimientos de los cultivos y las características físicas y químicas de los suelos no se afectaron significativamente al realizar una aplicación de biosólidos, los cuales se basaron en dosis de acuerdo a las demandas de los cultivos y características de los biosólidos (Flores *et al.*, 2007; 2010; 2013a; 2013b).

Los biosólidos generados en Ciudad Juárez cumplen con la Norma vigente (NOM-004-SEMARNAT-2002) para biosólidos clase B que pueden utilizarse con fines agrícolas, observando los tiempos de espera entre la aplicación de estos materiales y la cosecha (Sullivan, 1999; Cogger *et al.*, 2001). Por ejemplo, en cultivos como granos, fibras y forrajes la restricción es cosechar después de 30 días de aplicados los biosólidos, lo cual indica la ventaja que se presenta en los cultivos del Valle de Juárez, sin embargo, habría que considerar también el tipo de suelo y distancias a áreas habitacionales o fuentes de agua, entre otros factores limitantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Ejido San Isidro, Municipio de Juárez, Chihuahua, en un predio cultivado con trigo en 2013. La formalización del uso de la parcela fue mediante una carta de consentimiento firmada por el agricultor para participar en el Programa de biosólidos. El predio se localizó a una Latitud de 31° 32' 03" Norte y Longitud 106° 15' 13" Oeste, a 1087 msnm y una distancia de 15 km de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Sur. La parcela fue inspeccionada para comprobar que reúne los lineamientos de la Norma NOM-004-SEMARNAT-2002 que legisla la calidad de los biosólidos, además se consideró el distanciamiento de áreas habitacionales y cuerpos de agua. La preparación del terreno consistió en un barbecho y rastreos. El lote se dividió en dos secciones de una hectárea donde se aplicaron los biosólidos y otra

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

sin aplicación como testigo. Se colectaron muestras de suelo en el terreno a una profundidad de 0 a 30 cm, se formaron muestras compuestas para el análisis de nitrógeno total Kjeldahl y cálculo de la dosis de biosólidos. Se utilizó la información de las pruebas de la esparcidora de biosólidos, así como el nitrógeno total de los biosólidos y nitrógeno disponible del suelo para realizar los cálculos de la dosis agronómica de biosólidos. La tasa agronómica de estos materiales calculada fue de 5.93 t /ha en base a peso seco equivalente a 30 t/ha en base a peso húmedo, al considerar la densidad de los biosólidos de 1.022 g/cm<sup>3</sup> se estimó un volumen de 30 m<sup>3</sup> a transportar al terreno del agricultor. Los biosólidos fueron transportados y descargados en la orilla del terreno para proceder a su aplicación. Se utilizó un trascabo para cargar la tolva de la esparcidora y un tractor agrícola John Deer 8640 para la aplicación y una vez esparcidos, los biosólidos fueron incorporados al suelo mediante un paso de rastra, esto se realizaron para evitar olores desagradables y reducir la atracción de moscas y otros vectores que pudieran diseminar el material aplicado. La variedad Rayón F-89 fue sembrada a una densidad de siembra de 300 kg/ha.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cosecha del trigo consistió en dos etapas, primero se realizó una estimación de rendimiento de grano al cosechar siete repeticiones de 1 metro cuadrado en cada lote con y sin biosólidos, mientras que la otra etapa fue la cosecha mecanizada de toda la parcela. La Figura 1 muestra el resultado de la estimación de cuadros de 1 metro, el lote donde se aplicó biosólidos supero en 409 kg al testigo, esto represento 5.79% de aumento en rendimiento de grano con respecto al testigo, aunque en términos estadísticos la diferencia no fue significativa ( $p < 0.05$ ). El efecto de respuesta comercial muestra la misma tendencia, es decir en el caso del rendimiento comercial la diferencia fue de 500 kg mayor en el lote con biosólidos, lo cual represento 7.68% más que en el testigo. En términos económicos, esto represento \$1,750 pesos por hectárea de mayor ganancia en el lote con biosólidos. Estos resultados de respuesta agronómica coinciden con los estudios de Figueroa *et al.* (2008) y Flores *et al.* (2013), quienes también reportaron ventajas para el uso de biosólidos tanto del cultivo como aumentos de nutrientes en los suelos.

Con respecto a los cambios en el suelo, una variable representativa es el contenido de nitrógeno total que se asocia a la materia orgánica. En este estudio, el análisis del contenido de nitrógeno total Kjeldahl del suelo antes de la cosecha, se encontró que en el suelo donde se aplicaron los biosólidos, el nitrógeno aumento considerablemente hasta 1000 kg/ha (Figura 2), con respecto al testigo. Se reportó en esa unidad

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

para mejor interpretación por el agricultor en la demostración de campo para la difusión del programa de biosólidos en la región. También en este estudio se fomentó la formación de una comisión de uso de biosólidos formada por autoridades de gobierno y representantes de los productores. El análisis económico de la aplicación de biosólidos se muestra en el Cuadro 1, donde se aprecia que se logra un ahorro de \$6,070 pesos con el uso de biosólidos.

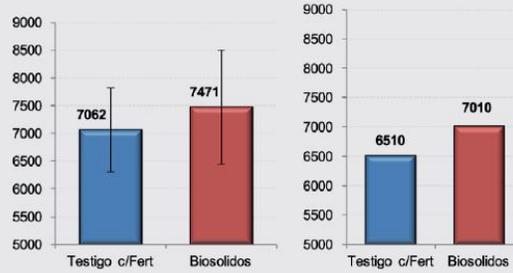


Figura 1. (Izq.) Estimación de rendimiento de trigo (kg/ha) con base en siete áreas de un metro cuadrado en cada lote con y sin biosólidos (barra delgada indica el error estándar, n=7). Der. Rendimiento comercial de trigo.

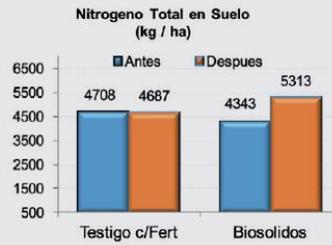


Figura 2. Nitrógeno total Kjeldahl en el suelo antes y después de la aplicación de biosólidos en un predio sembrado con trigo.

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

Concepto	Testigo Costo	%	Biosólido Costo
Preparación terreno	1725	11.09	1725
Siembra	1950	12.54	1950
Fertilización	4320	27.77	0
Labores de cultivo	550	3.54	550
Riegos	2320	14.91	2320
Cosecha	2450	15.75	2450
Costos indirectos	2241	14.41	2241
TOTAL	15556		11236
Rendimiento (t/ha)	6.51		7.01
Precio de venta (ton)	3500		3500
Ingreso	22785		24535
Balance: gastos-ingreso	7229		13299
Diferencia Biosolido-Testigo	0		6070

Cuadro 1. Comparación de costos de producción de trigo entre el testigo y con aplicación de biosólidos en el valle de Juárez, Chihuahua, 2013 (Fuente: SAGARPA, Distrito Juárez).

## CONCLUSIONES

La dosis calculada de biosólidos resultó apropiada a las condiciones de suelo, agua y productividad del cultivo de trigo. Con base en el requerimiento del cultivo y disponibilidad de nitrógeno la dosis fue de 30 m<sup>3</sup> /ha en base a peso húmedo (80% de humedad). La nacencia de plantas de trigo y su desarrollo en las diferentes etapas fenológicas como altura de planta, floración y madurez no fueron diferentes entre el testigo y el lote con biosólidos. El rendimiento comercial de trigo fue mayor en el lote con biosólidos, supero en 500 kg por hectárea al lote testigo, lo cual representó un aumento de 7.68% y en términos económicos

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

una ganancia estimada de \$1,750 pesos por hectárea, además del ahorro de fertilizante que representa el 28% del costo de producción del cultivo. El análisis económico al aplicar biosólidos que refleja un ahorro de fertilizantes, podría tener un beneficio de \$6,070 pesos por hectárea en el sistema de producción con riego de aguas residuales ricas en nitrógeno y otros nutrientes que hacen aportaciones importantes a la nutrición de cultivos.

## LITERATURA CITADA

- Cogger, C., G. A.I. Baray, S.C. Fransen, and D.M. Sullivan. 2001. Seven years of biosolids versus inorganic nitrogen applications to tall fescue. *J. Environ. Qual.* 30:2188-2194.
- Figueroa, V.U., M.A. Flores O., M. Palomo R., B. Corral D. y J.P. Flores M. 2008. Uso de biosólidos estabilizados con cal como fertilizante orgánico en algodón para el Valle de Juárez, Chihuahua. *Ciencia en la Frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ.* VIII(2):35-43.
- Flores-Márquez, J. P., Poncio-Acosta, M. Z., Salas-Galván, E., Pérez-Casío, F., Corral Avitia. A. Y., Salazar-Sosa, E., Trejo-Escareño, H. I. 2010. Mineralización de nitrógeno en biosólidos estabilizados con cal. *Terra Latinoamericana.* 28. 307-317.
- Flores, M.J.P., B. Corral D. y G.S. Mediano. 2007. Mineralización de nitrógeno de biosólidos estabilizados con cal en suelos agrícolas. *Terra Latinoamericana.* 25:409-417.
- Flores, M.J.P., E. Jaramillo L., N.W. Assadian, G. Di Giovanni, F. Perez C. and M. K. Shukla. 2013a. Heavy metals in oat and soil treated with lime-stabilized biosolids and reclaimed wastewater. *Journal of Environmental&Analytical Toxicology.* *Environ Anal Toxicol* 2013, <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0525.S6-001>.
- Flores Márquez, J. P., Valero Córdoba, C., Osuna Ávila, P., Corral Díaz, B., y Shukla, M. 2013b. Textura del suelo y tipo de agua de riego en la disponibilidad de fósforo. *Terra Latinoamericana*, 11:220.
- SEMARNAT, NOM-004-ECOL-2002. Norma oficial mexicana, protección ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Secretaría de medio Ambiente y Recursos Naturales-SEMARNAT. 18 p.
- Sullivan, D.M. 1999. *Toward quality biosolids management: a trainer's manual.* Version 1.0, Oregon State University. 128 p.