

**eae**  
editorial académica española



Enrique Salazar Sosa · Ignacio Orona Castillo · Luis Javier  
Hermosillo S

## **Fundamentos de agricultura orgánica**

Perspectivas de la Agricultura Orgánica

### Impressum / Aviso legal

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek bezeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle in diesem Buch genannten Marken und Produktnamen unterliegen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz bzw. sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Die Wiedergabe von Marken, Produktnamen, Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen u.s.w. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Información bibliográfica de la Deutsche Nationalbibliothek: La Deutsche Nationalbibliothek clasifica esta publicación en la Deutsche Nationalbibliografie; los datos bibliográficos detallados están disponibles en internet en <http://dnb.d-nb.de>.

Todos los nombres de marcas y nombres de productos mencionados en este libro están sujetos a la protección de marca comercial, marca registrada o patentes y son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de sus respectivos propietarios. La reproducción en esta obra de nombres de marcas, nombres de productos, nombres comunes, nombres comerciales, descripciones de productos, etc., incluso sin una indicación particular, de ninguna manera debe interpretarse como que estos nombres pueden ser considerados sin limitaciones en materia de marcas y legislación de protección de marcas y, por lo tanto, ser utilizados por cualquier persona.

Coverbild / Imagen de portada: [www.ingimage.com](http://www.ingimage.com)

### Verlag / Editorial:

Editorial Académica Española

ist ein Imprint der/es una marca de

ICS Morebooks! Marketing SRL

4, Industrial street, 3100 Balti, Republic of Moldova

Email / Correo Electrónico: [info@omniscrptum.com](mailto:info@omniscrptum.com)

Herstellung: siehe letzte Seite /

Publicado en: consulte la última página

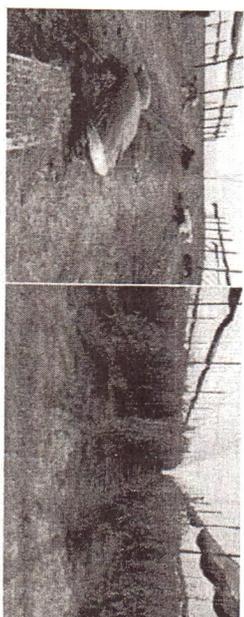
ISBN: 978-3-639-53809-0

Copyright / Propiedad literaria &cop Enrique Salazar Sosa,

Ignacio Orona Castillo, Luis Javier Hermosillo S

Copyright / Propiedad literaria © 2017 ICS Morebooks! Marketing SRL

Alle Rechte vorbehalten. / Todos los derechos reservados. Saarbrücken 2017



## Fundamentos de Agricultura Orgánica (Compiladores y Editores)

Enrique Salazar Sosa: Tecnológico de Torreón del Tecnológico Nacional de México

Ignacio Orona Castillo: Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED

Héctor Idilio Trejo Escareño: Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED

Ana A. Valenzuela García: Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED

María de L. González Belancourt: Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED

## Capítulo 16

### MINERALIZACIÓN DE ESTIERCOL BOVINO SOLARIZADO Y BIOSÓLIDOS COMO FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE

Flores-Marger, J.P., Corral-Díaz, B., Osuna-Ávila, P.I., Olivas-Enríquez, E., Salazar-Sosa, E., Orona-Castillo y Trejo-Escareño,

#### RESUMEN

Los abonos orgánicos como el estiércol bovino, la composta, residuos de cosecha y los biosólidos han sido empleados en la agricultura para mejorar la disponibilidad de nutrientes y la capacidad de retención de agua en el suelo, para obtener un mayor rendimiento en los cultivos. El problema que se presenta con la aplicación de abonos orgánicos al suelo es que pueden llegar a contaminar los acuíferos debido al aporte de elevadas concentraciones de nitratos; por ello el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la mineralización de abonos orgánicos en suelos agrícolas del Valle de Juárez para dar un manejo apropiado a este recurso. La evaluación del nitrógeno liberado como producto de la descomposición del residuo orgánico fue mediante cilindros de aluminio de 15 cm a los que se les colocó suelo y dos tipos de residuo orgánico, en la parte inferior de cada cilindro se colocó una bolsa con resinas sintéticas. Los cilindros fueron enterrados en un área de suelo y las resinas sintéticas fueron reemplazadas cada 30 días durante los meses de julio a diciembre. Los tratamientos mostraron diferencias significativas en cuanto a la concentración de nitratos para los tipos de suelo y sustratos orgánicos, así como para la concentración de fósforo disponible del suelo al final del periodo de incubación.

Palabras clave: Mineralización de nitrógeno, fósforo, abonos orgánicos, biosólidos, estiércol.

#### INTRODUCCIÓN

Los abonos orgánicos como el estiércol bovino, la composta, residuos de cosecha y los biosólidos han sido empleados en la agricultura para mejorar la disponibilidad de nutrientes y la capacidad de retención de agua en el suelo para obtener un mayor rendimiento en los cultivos. En Ciudad Juárez, Chihuahua se producen alrededor de 94 mil t de biosólidos (Flores et al., 2007) y 138 mil toneladas de estiércol bovino al año (Flores et al., 2008), los cuales pueden ser utilizados como abonos orgánicos para mejorar las condiciones físicas, químicas y nutricionales del suelo (Jurado et al., 2004).

El uso de abonos orgánicos en tierras que han sido sometidas a cultivos intensos mejora la estructura del suelo, aumentando la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes para las plantas (López et al., 2000). Por ejemplo, los beneficios del uso de biosólidos como fertilizantes orgánicos en suelo agrícola se derivan de su descomposición, debido a que están constituidos en promedio del 70% de materia orgánica, además de contener nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal como nitrógeno, fósforo y algunos micronutrientes como níquel, zinc y cobre (Figuerola et al., 2010).

El problema que se presenta con la aplicación de abonos orgánicos al suelo es que pueden llegar a contaminar los acuíferos debido al aporte de elevadas concentraciones de nitratos (Flores, 2007). Por ello el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la mineralización de nitrógeno y fósforo de abonos orgánicos en suelos agrícolas del Valle de Juárez para dar un manejo apropiado a este recurso.

#### ANTECEDENTES

##### Abonos orgánicos

La estructura del suelo es el factor principal que condiciona la fertilidad y productividad en los campos agrícolas; someter el terreno a un intenso cultivo, laboreo y compresión mecánica tiende a deteriorar la estructura del suelo (Dimas et al., 2002), además del uso continuo de fertilizantes minerales sintéticos provoca un progresivo deterioro de la fertilidad natural del suelo, por lo que se ha provocado en los últimos años un marcado interés por el uso de los residuos orgánicos para la fertilización de los cultivos agrícolas (Porcel et al., 1998).

En México la producción de abonos orgánicos se ha venido incrementando por el aumento de la población y la ganadería, siendo la producción estimada de biosólidos de 2.6 millones de toneladas al año (Flores et al., 2008), mientras que de estiércol es de 3.8 millones de toneladas (Salazar et al., 2003). Flores, et al., (2008) indica que la aplicación apropiada de abonos orgánicos en suelos agrícolas aumenta la disposición y reciclaje de nutrientes y la conservación de agua; aparte de beneficiar al cultivo y al suelo con este tipo de abonos, es una buena manera de reciclar estos desechos.

##### Biosólidos

Los biosólidos son principalmente materia orgánica producto de los tratamientos de agua residuales, se pueden presentar en estado sólido, semisólido y líquido, y después de ser sometidos a un proceso de estabilización, pueden ser utilizados como fertilizantes orgánicos, para enriquecer de nutrientes a los suelos destinados al cultivo agrícola. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2000) menciona que la aplicación de biosólidos al terreno, mejoran varias las

características del suelo, tales como textura y capacidad de absorción de agua, las cuales brindan condiciones más favorables para el crecimiento de las raíces e incrementan la tolerancia de las plantas frente a la sequía. También proveen nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal como nitrógeno y fósforo y micronutrientes tales como el níquel, cobre y zinc. Para que un biosólido pueda ser utilizado como fertilizante orgánico, debe de cumplir con los criterios de la Norma Oficial Mexicana (NOM-004-SEMAR/NAT-2002) que establece la concentración permisible de metales pesados, contenido de patógenos y parásitos que el biosólido pueda contener.

#### Estiércol bovino

Los estiércoles se han utilizado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad de los suelos y modificar sus características en beneficio del desarrollo de las plantas, aportando todos los elementos esenciales que requieren los cultivos. Tienen un efecto residual mayor que el de los fertilizantes químicos, liberan nutrientes en forma gradual que favorece su disponibilidad para el desarrollo del cultivo. Mejoran la aireación y capacidad de retención de agua, forman complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a estos disponibles para las plantas. Elevan la capacidad de intercambio catiónico del suelo evitando que los nutrientes se pierdan por lixiviación, abastecen el carbono orgánico que se utiliza como fuente de energía para organismos heterotróficos presentes en el suelo, aumenta la infiltración del agua evitando la erosión de suelos y permite que los suelos sean más productivos conservando su fertilidad a través del tiempo (SAGARPA, 2012).

La mineralización de nitrógeno es el proceso biológico mediante el cual el nitrógeno orgánico es transformado a formas inorgánicas o mineralizadas como amonio (NH<sub>4</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>) y nitrilo (NO<sub>2</sub>), las cuales forman el nitrógeno disponible para las plantas y los microorganismos del suelo. La cantidad de nitrógeno aplicada sobre el suelo no debe exceder los requerimientos del cultivo puesto que se corre el riesgo de superar la capacidad de absorción de las raíces de las plantas, lo que puede facilitar que este elemento lixivie y contamine cuerpos de agua subterránea (Silva et al. 2013).

#### Objetivos

Evaluar la mineralización de nitrógeno y fósforo de abonos orgánicos en suelos agrícolas del Valle de Juárez, mediante el método de las resinas de intercambio iónico en condiciones de campo y utilizando el método de la diferencia entre el nitrógeno total al inicio y al final del estudio.

#### MATERIALES Y METODOS

El experimento en campo se realizó en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la UACJ localizado en el municipio de Ciudad Juárez, Chihuahua. El diseño experimental fue completamente al azar, se consideraron dos factores: Tipo de suelo (franco y arenoso) y sustrato (estiércol solarizado 40 t/ha, estiércol sin solarizar 40 t/ha y biosólidos 10 t/ha), con cinco repeticiones para cada tratamiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de la distribución de los tratamientos para cada unidad experimental (cilindros de aluminio).

Tratamiento	Tipo de suelo									
	Arenoso					Franco				
Testigo	18	23	28	33	36	3	5	6	11	19
Estiércol sin solarizar	1	17	20	26	37	7	13	15	24	29
Estiércol solarizado	2	27	30	31	32	8	9	21	22	25
Biosólidos	4	12	14	34	40	10	16	35	38	39

#### Preparación de resinas sintéticas

En un recipiente de plástico fueron mezcladas en partes iguales las resinas de intercambio iónico (iónicas y catiónicas) de la marca Sybron Chemicals. Con una balanza granataria fueron pesados 20 g de resinas sintéticas y se depositaron en bolsas de nylon. Se elaboraron 160 bolsas de resinas sintéticas para cuatro periodos de incubación (Figura 1).

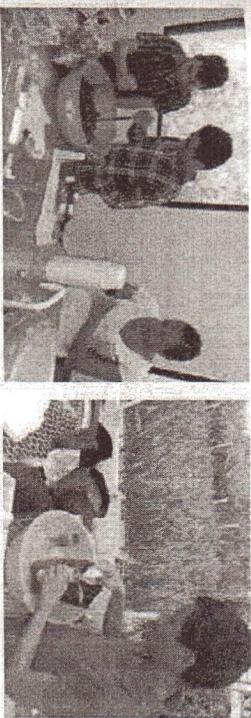
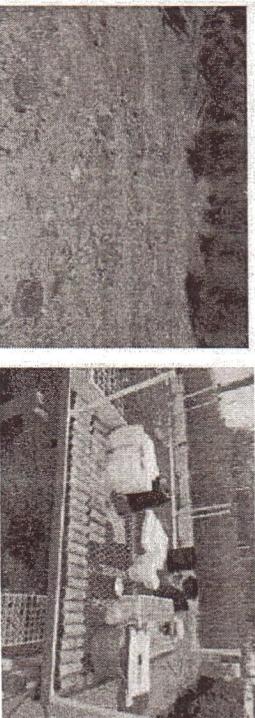


Figura 1. Preparación de tratamientos y llenados de cilindros.

#### Preparación de unidades experimentales

Se utilizaron 40 tubos de aluminio de 15 cm de largo x 5 cm de diámetro. En la parte inferior de cada tubo fueron colocadas las bolsas de nylon con las resinas sintéticas y se sujetaron con cinta adhesiva, dejando espacios libres para que drene el flujo de agua. En un recipiente de plástico fueron preparados los tratamientos para cada unidad experimental. Los cilindros de aluminio fueron enterrados en el suelo a 15 cm de profundidad aproximadamente, dejando un espacio entre cilindro de 20 cm (Figura 2).



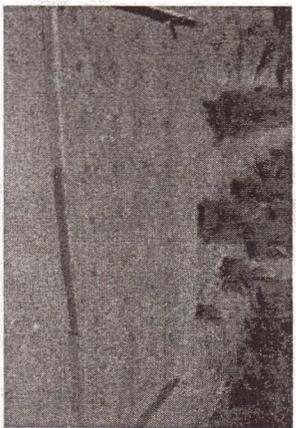
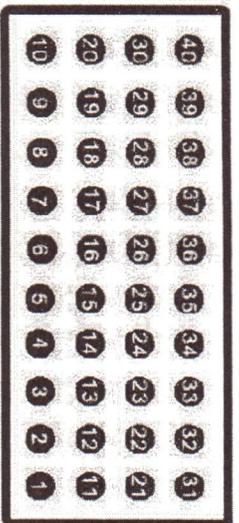


Figura 2. Distribución de unidades experimentales en campo.

Con un termómetro para suelo marca Taylor se registró la temperatura del suelo cada siete días, durante los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, la temperatura en grados centígrados de un cilindro con suelo arenoso, con suelo franco y del terreno donde se encontraban enterrados los cilindros. Cada cilindro fue regado con 100 ml de agua potable una vez cada siete días, hasta que la fase experimental concluyó. A partir de la fecha de instalación de los cilindros se asignó un periodo de incubación de 30 días, después de cumplir dicho periodo, las bolsas con las resinas sintéticas fueron remplazadas por nuevas, hasta completar cuatro periodos de incubación. Cada resina fue empaquetada en bolsas de plástico y rotuladas conforme al número del cilindro que se encontraban y fueron refrigeradas para su posterior análisis.

#### Extracción y análisis de nitrógeno de las resinas

Para la extracción de nitrógeno de las resinas sintéticas se utilizó la técnica descrita por Diestefano y Gholz (1986). Cada bolsa de resina sintética fue depositada en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, previamente rotulado, con 50 ml de KCl a 2N. Se le colocó a cada matraz Erlenmeyer un tapón de hule y fueron situados en un agitador de vaivén a 140 rpm durante 30 minutos a 20°C. Luego se filtró el extractante de cada matriz utilizando embudos de plástico y papel filtro Walthman del número 41, se colectó el filtrado en un recipiente de plástico de 150 ml. Este proceso se realizó en tres ocasiones y se obtuvo un volumen total de 150 ml por bolsa de resina. Para el análisis de nitrógeno se empleó un auto analizador de la marca SEAL AutoAnalyzer 3, que se basa en un sistema de destilación y análisis colorimétrico a través de un flujo de aire segmentado.

Análisis estadístico. En el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 21.0 se realizaron las respectivas pruebas de normalidad para los datos, análisis de varianza de una vía y una prueba post hoc Tukey para la variable de concentración de NO<sub>3</sub> de los análisis químicos que fueron realizados.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### Concentración de nitratos en el primer periodo de incubación

La Figura 3 muestra el promedio de nitratos obtenidos mediante la evaluación de las resinas sintéticas durante el primer periodo de incubación de 30 días; los tratamientos con suelo tipo franco en promedio presentaron mayor concentración de nitratos (60,497 mg/kg). El promedio de la concentración de nitratos mayor en este periodo fue para los tipos de suelo (86,7 y 73,5 mg/kg), seguido de los tratamientos con estiércol sin solarizar (66,5 y 45,68 mg/kg), estiércol solarizado y el tratamiento control (28 a 51 mg/kg).

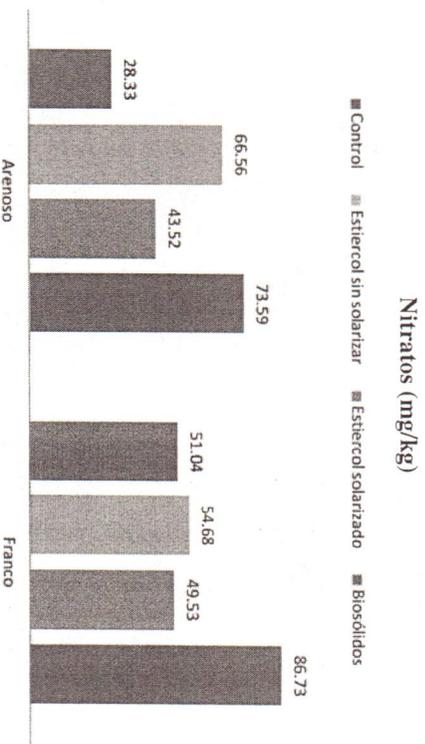


Figura 3. Promedios de la concentración de nitratos en los tratamientos evaluados en el primer periodo de incubación.

El Cuadro 2 muestra las diferencias entre los sustratos evaluados. Los biosólidos mineralizaron una mayor concentración de nitratos (80,16 mg/kg). No existió diferencia significativa entre los tratamientos con estiércol sin solarizar y estiércol solarizado, y finalmente el tratamiento control que fue el de menor acumulación de NO<sub>3</sub> en términos estadísticos.

Cuadro 2. Comparación de promedios de la concentración de nitratos en los sustratos para el primer periodo de incubación (30 días).  
iguales. (TUKEY,  $\alpha=0.05$ )

Sustrato	Promedio
Control	39,68 <sup>c</sup>
Estiércol sin solarizar	60,62 <sup>b</sup>
Estiércol solarizado	46,63 <sup>b</sup>
Biosólidos	80,16 <sup>a</sup>

\*Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente

### Concentración de nitratos en el segundo periodo de incubación

La Figura 4 muestra los promedios de la concentración de nitratos en los diferentes sustratos al término del segundo periodo de incubación, siendo los tratamientos con estiércol sin solarizar el suelo franco los que mostraron una mayor concentración de nitratos (51,1 mg/kg), seguido por los tratamientos con biosólidos (48,2 mg/kg), luego por los tratamiento con estiércol solarizado (38,5 mg/kg) y por último el control (5 y 32 mg/kg).

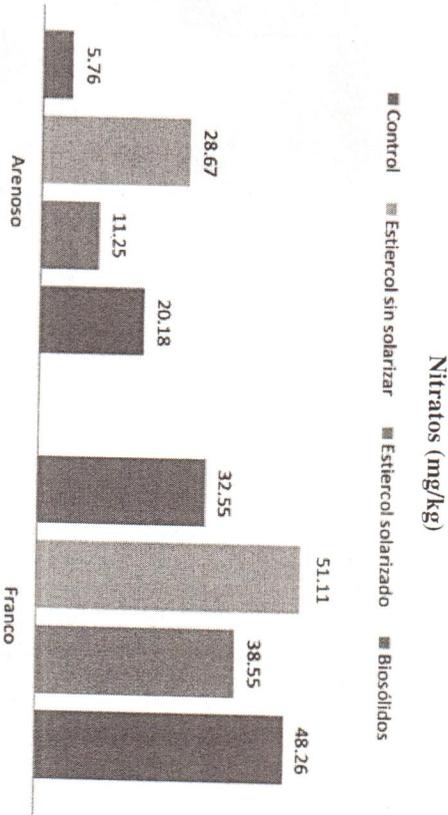


Figura 4. Promedios de la concentración de nitratos en los tratamientos evaluados mediante las resinas sintéticas en el segundo periodo de incubación.

### Concentración de nitratos en el tercer periodo de incubación

La Figura 5 muestra los promedios obtenidos en el análisis realizado al tercer periodo de incubación, siendo los tratamientos con suelo franco los que obtuvieron una mayor concentración de nitratos con 23,64 mg/kg en promedio contra 8,45 en el suelo arenoso. Los tratamientos con estiércol sin solarizar fueron los que presentaron una mayor concentración de nitratos, seguidos por los tratamientos con estiércol solarizado, biosólidos y por último los tratamientos control.

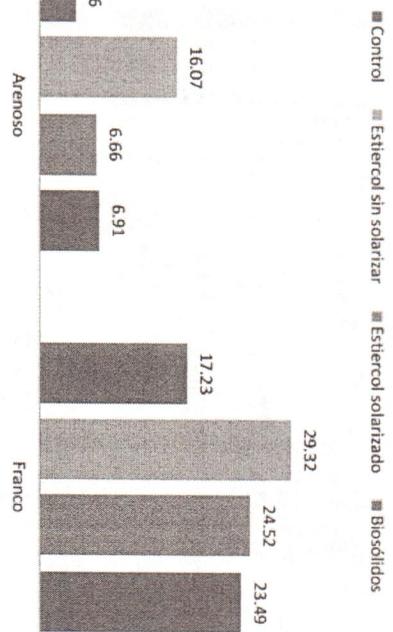


Figura 5. Promedios de la concentración de nitratos en los tratamientos evaluados mediante las resinas sintéticas durante el tercer periodo de incubación.

### Concentración de nitratos en el cuarto periodo de incubación

La Figura 6 muestra los promedios que obtuvieron los tratamientos para el cuarto periodo de incubación, siendo consistentemente los tratamientos con suelo franco los que presentaron mayor concentración de nitratos con un promedio de 5,09 mg/kg; en cambio el suelo arenoso de promedio fue de 3,19 mg/kg. Los promedios de la concentración de nitratos para el cuarto periodo de incubación con estiércol sin solarizar los que presentaron una mayor concentración de nitratos.

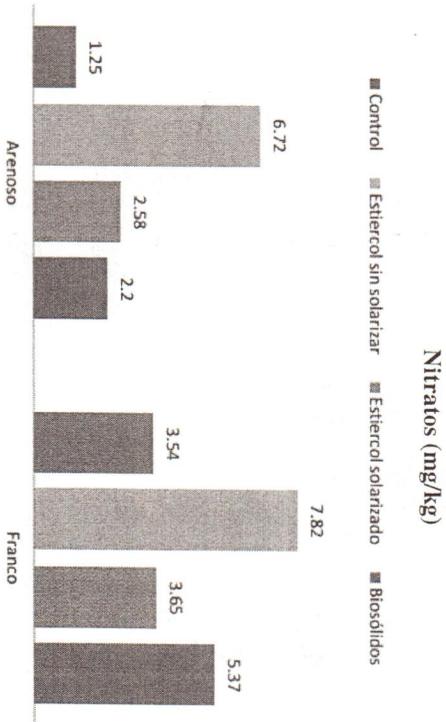


Figura 6. Promedios de la concentración de nitratos en los tratamientos evaluados mediante las resinas sintéticas para el cuarto periodo de incubación.

### Suma de la concentración de nitratos en los cuatro periodos de incubación

En la Figura 7 se muestran los dos tipos de suelos (franco y arenoso) con la concentración de nitratos que aportaron durante los cuatro periodos de incubación. El suelo franco aportó una concentración final de nitratos de 131,86 mg/kg y el arenoso aportó 81,11 mg/kg.

### Concentración de nitratos

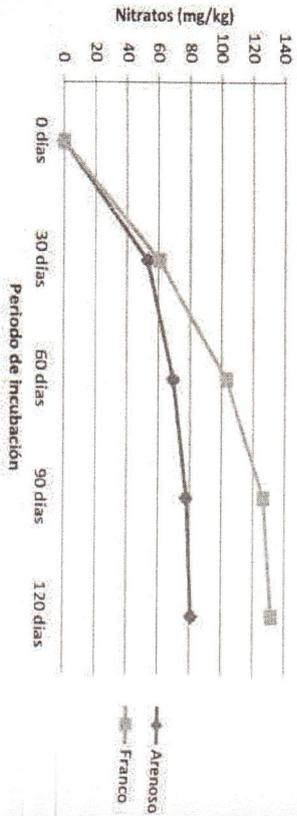


Figura 7. Suma de la concentración de nitratos en tipos de suelo durante los cuatro periodos de incubación.

En la Figura 8 se muestra la concentración de nitratos en los diferentes sustratos evaluados sumando los cuatro periodos de incubación. Los tratamientos con biosólidos fueron los que aportaron mayor concentración de nitratos con un total de 133,37 mg/kg. Los tratamientos con estiércol sin solarizar aportaron 130,49 mg/kg. Los tratamientos con estiércol solarizado aportaron 90,14 mg/kg y por último los tratamientos control aportaron 71,95 mg/kg.

### Concentración de nitratos

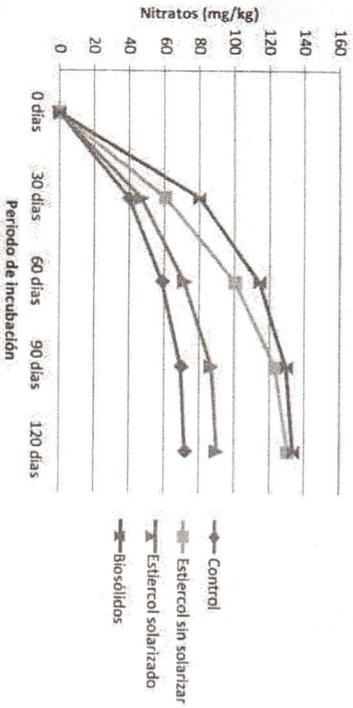


Figura 8. Promedios de la concentración de nitratos en sustratos durante los cuatro periodos de incubación días.

En el Cuadro 3 se muestra la comparación de promedios obtenidos de la suma de los cuatro periodos de incubación, a los 120 días no hubo diferencia significativa entre los tratamientos con biosólidos y estiércol sin solarizar en los últimos tres periodos, sin embargo fueron los que aportaron mayor concentración de nitratos. No hubo diferencia significativa entre los tratamientos con estiércol solarizado y el control.

Cuadro 3. Concentración de nitratos para la suma de los cuatro periodos de incubación.

	Promedios			
	30 días	60 días	90 días	120 días
Control	39,68a	58,84b	69,54b	71,95b
Estiercol sin solarizar	60,62b	100,52a	123,21a	130,49a
Estiercol solarizado	46,63b	71,43b	87,02b	90,14b
Biosólidos	80,16a	114,38a	129,59a	133,37a

\*medias seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales (TUKEY,  $\alpha=0,05$ ).

### Concentración de fósforo disponible del suelo

Se detectó efecto altamente significativo para el tipo de suelo ( $p < 0,01$ ) y tipo de sustrato ( $p < 0,01$ ) en la disponibilidad de fósforo Olsen del suelo. Sin embargo, la interacción suelo x sustrato no resultó significativa ( $p > 0,05$ ). El suelo franco tuvo 60 mg/kg más de fósforo que el suelo arenoso al final del periodo de incubación, lo cual puede ser explicado por mayor actividad microbiana que mineralizó el estiércol y se liberó fósforo inorgánico disponible a las plantas. Los sustratos de estiércol solarizado y sin solarizar tuvieron los mayores contenidos de fósforo del suelo significativamente, seguido del biosólido y el menor contenido fue para el control. Esta información es muy importante para la nutrición de plantas con fósforo, ya que indica que con 40 v/a de estiércol se liberan hasta 114 mg/kg de fósforo en el suelo. El contenido de fósforo en el suelo control fue de 16 y 73 mg/kg para las texturas arenoso y franco, mientras que la mayor concentración fue de 137 y 141 mg/kg para el suelo franco con estiércol solarizado y sin solarizar. Estos datos de disponibilidad de fósforo son importantes en la nutrición con estiércol y biosólidos dependiendo del tipo de suelo.

Con respecto al nitrógeno, Valero et al. (2006) mencionan que la textura es un factor que interviene en la mineralización de nitrógeno. En nuestro estudio, los tratamientos con suelo franco fueron los que mostraron mayor concentración de nitratos durante todo el experimento. Flores et al. (2010) realizaron un estudio en el cual los tratamientos con suelo franco mostraron una mayor concentración de nitratos, coincidiendo con los resultados del presente estudio. En el primer periodo de incubación equivalente a 0 a 30 días, los tratamientos con biosólidos fueron los que mostraron una mayor concentración de Nitratos. Para el segundo periodo de incubación 0 a 60 días los tratamientos que mayor concentración de nitratos obtuvieron fueron los biosólidos y estiércol sin solarizar. En el tercer periodo de incubación 0 a 90 días los tratamientos con estiércol sin solarizar. Para el cuarto periodo de incubación 0 a 120 días los tratamientos con estiércol sin solarizar, fueron los que presentaron mayor concentración de nitratos, quedando dentro del mismo grupo. Estas variaciones en cuanto a la concentración de nitratos puede ser atribuido a factores físicos como la temperatura y humedad como lo mencionan Celaya y Castellanos (2011), afectando a la actividad de los microorganismos del suelo. Estos autores también mencionan que la concentración de fósforo se aumenta significativamente con la aplicación de abonos como estiércol bovino en los suelos agrícolas tal como se encontró en este estudio. Con respecto a fósforo, Valero (2011) encontró que

La aplicación de estiércol permite una disponibilidad de 17 a 24 mg/kg de fósforo en diferentes tipos de suelo del Valle de Juárez, mientras que en nuestro estudio al restar el fósforo del control resultó en 70 mg/kg de fósforo mineralizado para el estiércol solarizado en suelo franco.

## CONCLUSIONES

La textura del suelo es un factor que influye en la mineralización de nitrógeno y fósforo. La mineralización de nitrógeno y fósforo de abonos orgánicos es variable y depende de factores como humedad, temperatura, entre otros. La tasa de mineralización de nitrógeno que se obtuvo en 120 días de incubación fue: Biosólidos 133.37 mg/kg, estiércol sin solarizar 130.49 mg/kg y estiércol solarizado 90.14 mg/kg. La cantidad de fósforo disponible máxima del suelo detectada al final del periodo de incubación fue: Biosólidos 105 mg/kg, estiércol sin solarizar 137 mg/kg y estiércol solarizado 141 mg/kg. Con base en los resultados de este trabajo se recomienda continuar la investigación de mineralización de abonos orgánicos mediante el análisis de otros nutrientes vegetales como potasio, incluir mayor diversidad de tipos de suelo e incluir plantas en los experimentos para evaluar absorción de nutrientes y producción.

## LITERATURA CITADA

- Celaya, H. y Castellanos, A. (2011). Mineralización de nitrógeno en el suelo de zonas áridas y semiáridas. *Terra Latinoamericana*, 29 (3):343-356
- Dimas, J., Gallegos, R., Santos, J., Valdez, R., Martínez, E. (2002). Producción de algodónero transgénico fertilizado con abonos y control de plagas. *Terra Latinoamericana*. (20). 321-327.
- Distefano, J., Gholz, H. (1986). A proposed use of ion exchange resins to measure nitrogen mineralization and nitrification in intact soil cores. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 17(9) p 989-998.
- EPA. 2000. Folleto informativo de tecnología de biosólidos. Aplicación de biosólidos al terreno. EPA 832-F-00-064. Washington, D.C. 13p.
- Figuerola, U., Flores, M., Palomo, M., Corral, B., Flores, J. (2010). Uso de biosólidos estabilizados con cal como fertilizante orgánico en algodónero para el valle de Juárez, Chihuahua. *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*. 8(2) P. 39-47.
- Flores, M.J.P. (2007). Resinas de intercambio iónico para evaluar la mineralización de nitrógeno en suelos tratados con abonos orgánicos. P 386-412
- Flores, M.J.P.; Díaz, B., Mediano, S. (2007). Mineralización de nitrógeno de biosólidos estabilizados con cal en suelo agrícola. *Tierra Latinoamericana*. 25. 409-417.
- Flores, M.J.P.; Poncio, M., Salas, E., Pérez, F., Corral, A., Iltio, H. (2010). Mineralización de nitrógeno en biosólidos estabilizados con cal. *Terra Latinoamericana*. 28 (4):307- 317
- Flores, M.J.P.; Sotomayor, V., Corral, D. B. (2008). Nitrógeno mineralizable de estiércol bovino lechero en suelo cultivado con algodónero. *Ciencia en la Frontera*. 6. 119-131.
- Jurado, P., Luna, M., Barretero, R. (2004). Aprovechamiento de biosólidos como fertilizantes orgánicos en pastizales áridos y semiáridos. *Tec. Pecu Mex*. 42(3). 379-395.
- López, J., Díaz, A., Martínez, E., Valdez, R. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra latinoamericana*. 19 (4):293-299
- Porcel, A., Miralles, R., Bellido, N., Bigueriego, A., Beltrán, E., Calvo, R. (1998). Mineralización de nitrógeno procedente de residuos orgánicos. *Int. Contam. Ambient.* 15(1). 19-25.
- SAGARPA. 2012. Abonos orgánicos. [En línea] Edo. De México. <http://www.sagarpa.gob.mx> (Consulta: 2 octubre, 2013).
- Salazar, S.E., Vázquez, V., Trejo, E., Rivera, O. (2003). Aplicación, manejo y descomposición del estiércol de ganado bovino. In: *Abonos orgánicos y plásticosultura*. Capítulo II. SMCS, FAZ-UJED, Gómez Palacio Durango. 18-36p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002. Protección ambiental-lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. México. D.F. 44p.
- Silva, J., Torres, P., Mosquera, J. (2013). Evaluación de la mineralización de biosólidos de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas. *Rev. bras. eng. agríc. Ambient.* 17(4) p 434-442.
- Valero, C.C. (2011). Efecto del tipo de suelo y calidad de agua en la mineralización de fósforo de estiércol bovino. Tesis de licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. 70 p.
- Valero, J., Miralles, R., Beltrán, E., Porcel, M., Beringola, L., Calvo, R., Delgado, M. (2006). Mineralización del nitrógeno contenido en un lodo de depuradora secado térmicamente. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 22 (3).

## Fundamentos de agricultura orgánica

Un vez más la Red Internacional de Agricultura Orgánica (REDIAO) en coordinación con instituciones de educación superior como el Instituto Tecnológico de Torreón, la Universidad Juárez del Estado de Durango, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, la Universidad Autónoma Chapingo, la Universidad Autónoma de Nayarit, la Universidad Politécnica de Gómez Palacio, entre otras; además de instituciones como la Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentación, El Colegio de Posgraduados y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Durango, han hecho posible de una u otra manera a la publicación del Libro de Agricultura Orgánica, Cuarta Parte alusivo al IV Foro Internacional de Agricultura Orgánica realizado en Nuevo Vallarta Nayarit. El libro contempla capítulos completos y en extenso con un número muy variado de temas de interés en el sistema de producción orgánico tanto para productores ejidales y privados, estudiantes en todos los niveles y técnicos y extensionistas con aéreas afines y/o interesados en este tema. El esfuerzo de los participantes es amplio, así como el de los ponentes ya que estos aparte de presentar su tema.

Enrique Salazar Sosa: Profesor investigador del Instituto Tecnológico de Torreón desde 1994 a la fecha, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1 por mas de 20 años, Presidente de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo del 2010 al 2011, y presidente de la Red Internacional de Agricultura Orgánica y Presidente Colegio de Ingenieros Agrónomos UL.



978-3-639-53809-0

editorial académica española