

EFFECTO DEL SULFATO DE CALCIO Y BIOSÓLIDOS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAHUATE (*Arachis hypogaea* L.)

Carlos Manuel Acosta-Durán^{1*}, Daniel Ocampo B.[†]
Eugenio Cedillo Portugal¹, Luz María Nava-Gómez¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, colonia Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. C.P. 62209.

Correo-e: acosta_duran@yahoo.com.mx

*Autor para correspondencia

RESUMEN

Para evaluar el efecto del Sulfato de Calcio y su combinación con Biosólidos en el rendimiento de cacahuete así como su efecto en las características físico-químicas del suelo, se realizó una prueba de campo en Amayuca, Morelos. Se probaron cuatro tratamientos: 2 ton/ha Sulfato de calcio + 80 ton/ha de biosólido; 2 ton/ha Sulfato de calcio; 1 ton/ha Sulfato de calcio y Testigo. El tratamiento con 2 ton/ha de Sulfato de calcio, mostró el mayor rendimiento de la prueba (413.50 kg/ha) sin diferencia estadística con los tratamientos de 1 ton/ha de Sulfato de calcio y el testigo, con rendimientos de 371 y 348 kg/ha respectivamente; Los resultados muestran un efecto lineal de aumento en el rendimiento al aplicar dosis más altas de sulfato de calcio. Cuando se aplicaron combinaciones de Biosólido con una dosis alta de sulfato de calcio, se redujo el rendimiento, lo que indica que el biosólido mostró un efecto negativo. No siendo así para el sulfato de calcio solo. La aplicación del biosólido fue benéfica y proporcionó nutrimentos adicionales y aumentó la materia orgánica del suelo.

Palabras clave: *Arachis hypogaea*, mejoradores de suelo, sulfato de calcio, biosólidos.

ABSTRACT

To evaluate the effect of both calcium sulfate and its combination with biosolid in peanuts yield and the effect in physical and chemical characteristics of soil, an experiment in Amayuca Morelos was carried out. Four treatments were evaluated: 2 ton ha⁻¹ of calcium sulfate + 80 ton ha⁻¹ of biosolid; 2 ton ha⁻¹ of calcium sulfate; 1 ton ha⁻¹ of calcium sulfate; and control treatment. Two ton ha⁻¹ of calcium sulfate treatment show the best yield of the try (413.50 kg ha⁻¹) with no statistic difference upon the 1 ton ha⁻¹ calcium sulfate and control treatment, with 371 y 348 kg ha⁻¹ of yield respectively. Results show a linear effect of increase in yield with increase the calcium sulfate dose. When biosolid and high dose of calcium sulfate were applied combined the yield decrease. The application of biosólido alone supplied adicional nutrients and increases the organic matter in soil.

Key words: *Arachis hypogaea*, calcium sulfate, soils improvement, biosolids.

INTRODUCCIÓN

La nutrición de las plantas depende de la presencia y asimilación de macro y micro elementos contenidos en el suelo. El calcio es un elemento asociado con el transporte de N y en la interacción del K y del P (León, 1992), además el calcio es un elemento esencial en la nutrición de las plantas, su deficiencia produce varios desordenes fisiológicos que no se corrigen, sino con la aplicación de este elemento. Las deficiencias de N, P y K pueden relacionarse a la falta de calcio.

La función primordial del calcio es la de dar firmeza y estabilidad a la pared celular a través de los pectatos de calcio, con lo que se incluye básicamente en la tolerancia o susceptibilidad de los tejidos.

El calcio es continuamente perdido por lavado y uso excesivo de fertilizantes que acidifican el suelo, principalmente las sales de amonio. Es por ello que resulta importante la adición de elementos minerales que suministren calcio al suelo como óxido, hidróxido, carbonato y sulfato de calcio.

El sulfato de calcio hidratado o yeso agrícola, se considera como una forma agrícola de cal, con la limitante que a diferencia de la cal, el sulfato de calcio no contrarresta la acidez del suelo (León, 1992). Además de ser una fuente de calcio ayuda en gran medida a suprimir la pudrición de la raíz y otras enfermedades de las hortalizas (Traynor, 2001).

Este subproducto se obtiene durante la fabricación del ácido cítrico, el cual es producido con una alta pureza y una calidad constante. Se tienen reportes de que en países, como Colombia y Venezuela este subproducto se usa como mejorador de suelos y fertilizante en la agricultura.

Estudios en Venezuela (2000), demuestran que el uso del sulfato de calcio reduce los niveles de compactación del suelo favoreciendo la penetración y movimiento del agua, un aspecto importante en la nutrición vegetal al hacer más fácil la asimilación y descomposición de la materia orgánica del suelo. La Secretaría de Economía (2000)

indica que el uso agrícola del yeso, en México, tiene como objetivo neutralizar los suelos alcalinos y salinos, mejorar la permeabilidad, proporcionar azufre y soporte catalítico para la utilización máxima de fertilizantes, mejorar la productividad en leguminosas, cambiar la estructura del suelo, ayudar a remover el boro en suelos sódicos y en la recuperación de los mismos al lixiviar el sodio acumulado, corregir problemas por escurrimientos y erosión, ayudar a que las plantas absorban mejor los nutrientes, corregir acidez del subsuelo, incrementar la estabilidad de la materia orgánica, hacer más eficiente el agua de irrigación de baja calidad y disminuir la toxicidad de metales pesados.

A pesar del gran potencial que tiene en la agricultura no es el único elemento que se aplica en esta actividad, por lo que otros elementos como la cal, cloruro de calcio, nitrato de calcio y abonos orgánicos son utilizados presentando resultados en menor tiempo lo cual a desplazado el empleo de el sulfato de calcio como una segunda alternativa.

Cuando se aplican fertilizantes no se toman en cuenta a las mayorías silenciosas (micro elementos) y tarde o temprano el equilibrio se romperá y se caerán en excesos o deficiencias, como alternativa se sugiere utilizar los abonos orgánicos. Estos pueden ser aplicados como biosólidos o lodos residuales que se consideran un abono orgánico, ya que las formas en que los nutrimentos se encuentran son principalmente de forma orgánica, en compuestos que deben pasar por un proceso de mineralización para que puedan estar disponibles para las plantas.

Las ventajas del uso del lodo son: aumentar el porcentaje de materia orgánica en el suelo, mejorando la capacidad de intercambio catiónico y disminuir ligeramente el pH del suelo; además mejora las características físicas del suelo, ayuda a incrementar la porosidad y reduce la densidad del suelo e incrementa la capacidad de retención de agua lo cual es particularmente benéfico para suelos áridos (Moeller *et al.*, 1996; Ortiz, 1999; Andrade, 2000; López, 2000).

Las aplicaciones de lodo aumentan de manera considerable el porcentaje de macro elementos (N, P y K) y micro elementos (Fe, Cu, Mn, Zn y Co), lo que ayuda a incrementar la fertilidad del suelo (León, 1992, Moeller, 1996).

La utilización de lodos residuales no es muy abordado en México, los trabajos de Ortíz *et al.*(1999), plantean la utilización de estos desechos como un abono orgánico, mejorador de suelo y fertilizante que aporte nutrientes al suelo que beneficia el crecimiento de las plantas, lo que permite darle una utilidad extra a este tipo de desechos.

En este contexto se busca tener alternativas de otros abonos orgánicos para ayudar a disminuir el deterioro del suelo y mejorar el uso de fertilizantes comerciales que tradicionalmente se emplean en la agricultura y así tener un beneficio para el suelo, el productor y las empresas.

El cacahuete es una leguminosa del género *Arachis*. Es una planta anual herbácea, erecta ascendente de 15 a 70 cm de alto con tallos ligeramente peludos, sus hojas son uniformemente pinadas con dos pares de folíolos, Las vainas se encuentran enterradas a 3-10 cm abajo de la superficie. El cacahuete extrae grandes cantidades de fosfatos, potasio y calcio del suelo por lo que es recomendable producir otro cultivo después de su cosecha.

En los trópicos se obtiene un rendimiento promedio aproximado de 600 kg por ha, aun cuando los mejores campos pueden producir hasta 3 veces dicha cantidad.

En el estado de Morelos se cultivan alrededor de 4,500 ha de cacahuete bajo condiciones de temporal y de riego, el cultivo a constituido una excelente opción para el agricultor; Existen en Morelos dos regiones productoras de este cultivo, la región oriente (Temoac, Jantetelco y Janacatepec) y la poniente (Miacatlan, Mazatepec y Puente de Ixtla).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto agrícola en la producción de cacahuete, de dos subproductos de la industria como son el sulfato de calcio subproducto de MEXAMA y

los lodos residuales o biosólido de la Planta tratadora de aguas residuales ECCACIV.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El experimento fue realizado en una parcela ubicada en el poblado de Amayuca, el cual pertenece al municipio de Jantetelco; se ubica geográficamente entre los paralelos 18° 41' de latitud norte y a los 98° 48' de latitud oeste del meridiano de Greenwich a una altura de 1290 msnm.

La clasificación de Koopen (1990, modificada por Enriqueta García) indica que la zona se sitúa en un clima Aw (cálido subhúmedo) con lluvias en verano con mayor sequía a finales de otoño, invierno y principio de primavera, registra temperatura media anual de 24 °C, con una precipitación anual de 800 a 980 mm y las lluvias en los meses de mayo a septiembre.

Parcela experimental

La superficie de la parcela fue de 3600 m², divididos en tres áreas de 1000 m², y uno de 600 m² para el tratamiento con biosólido, cada tratamiento y sus 40 repeticiones se distribuyeron completamente al azar en cada área de la parcela experimental. Se contó con un terreno con topografía plana con pendiente del 3 %. Se realizó un barbecho ligero a una profundidad de 20 centímetros, se hizo la cruz y se procedió al surcado con una separación de 50 cm.

Aplicación del sulfato de calcio y el biosólido

Se efectuó antes del barbecho. La aplicación del sulfato fue manual al voleo en cada tratamiento el biosólido se distribuyó manualmente utilizando camiones para facilitar la distribución, cubriendo toda la parcela experimental. Posteriormente se hizo el surcado; el cultivo fue de temporal, la siembra se inició el 20 de Junio.

Cuadro 1. Tratamientos a evaluar

T1	80 ton/ha de Biosólido + 2 ton/ha Sulfato Calcio
T2	1 ton/ha Sulfato de calcio
T3	2 ton/ha Sulfato de calcio
T4	Testigo

Determinación del rendimiento

De cada tratamiento, se llevo un control de la cosecha, para lo cual se siguió la siguiente estrategia de monitoreo. Se cosecharon cuarenta repeticiones de 1 m² por tratamiento (10 plantas por repetición) en diferentes puntos escogidos al azar dentro de cada tratamiento y se pesó el fruto cortado por cada repetición.

Análisis estadístico

Para determinar las diferencias significativas entre los resultados se utilizó un análisis de varianza con un diseño completamente al azar con 40 repeticiones por tratamiento, para la comparación múltiple de medias se utilizó la prueba de Tukey (P< 0.05). Utilizando el paquete estadístico desarrollado por Olivares (1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar la comparación de medias para rendimiento (Cuadro 2). Se observó que el tratamiento T3 (2 ton/ha de Sulfato de calcio) logra obtener el mayor rendimiento de la prueba (413.50 kg/ha) mostrando similitud estadística con los tratamientos T2 (1 ton/ha de Sulfato de calcio) y él T4 (testigo) presentando rendimientos de 371 y 348 kg/ha respectivamente; Los datos muestran un efecto lineal de aumento en el rendimiento al aplicar dosis más altas de sulfato de calcio. Cuando se aplican combinaciones de Biosólido como en el tratamiento T1, a pesar de incluir en la mezcla una dosis alta de sulfato de calcio, el efecto fue negativo al reducir el rendimiento de cacahuete y mostrar en este tratamiento la menor producción (325.75 Kg/ha), lo que indica que el biosólido mostró un efecto adverso. No siendo así para el sulfato de calcio, cabe hacer mención que en el ciclo que se realizó la prueba (Primavera -

Verano 2002) en la zona se presentaron severos problemas de sequía lo cual perjudico el rendimiento en la prueba y no se logró alcanzar los rendimientos esperados, lo interesante fue el efecto mostrado por los productos bajo estas condiciones de estiaje.

Cuadro 2. Comparación de medias en el rendimiento de cacahuete de los cuatro tratamientos evaluados.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ ha
T1 80 ton/ha de Biosólido + 2 ton/ha Sulfato de calcio	327.0 a
T2 1 ton/ha Sulfato de calcio	370.5 ab
T3 2 ton/ha Sulfato de calcio	401.0 a
T4 Testigo	348.0 ab

En las columnas, letras iguales son iguales estadísticamente (Tukey, P< 0.05)

Efectos sobre el suelo

Los resultados del análisis de los lodos residuales utilizados al principio de la prueba (Cuadro 3). Presenta pH ligeramente ácido, mientras que el contenido de materia orgánica es alto.

Cuadro 3. Análisis del Biosólido adicionado al suelo en la prueba

Parámetro	Lodo crudo filtró banda
pH	6.70
Materia Orgánica	78.20 (%)
C.E	2.50 mmho/cm
Textura	arena limosa
N – NO3 (nítrico)	Trazas
N – NH4	245 ppm
Fósforo (P2 O5)	4.30 ppm
Potasio (K2 O)	467.00
Calcio (Ca O)	1278.70
Magnesio	15.00
Sulfatos	350.80 ppm
Manganeso	13.90 ppm
Fierro	1.90 ppm
Aluminio	28.80 ppm
Cobre	2.70 ppm
Zinc	7.20 ppm

La conductividad eléctrica (CE) baja con lo cual los riesgos de salinidad son pocos siempre y cuando no se exceda el nivel de inclusión. Los porcentajes de nitrógeno son altos, el lodo se puede considerar un excelente medio para aportar este elemento. Además del nitrógeno es una fuente de macro elementos (P, K, Ca, Mg) con niveles interesantes y de micro elementos (Mn, Fe, Al, Cu, Zn); lo cual hace a los lodos una fuente de nutrientes que la fertilización inorgánica (Química) normalmente no aporta.

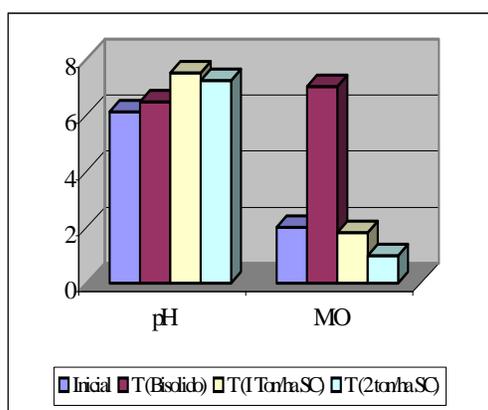


Figura 1. Variación en el pH y el contenido de la materia orgánica en el suelo con la adición de sulfato de calcio y su combinación con biosólido.

Cambios en el suelo después de la adición de los productos

En el Cuadro 4, se observan los resultados del suelo antes de la adición de los productos; Con pH de 6.1 (ligeramente ácido) con un porcentaje de M.O de 2 (Bajo) la textura corresponde a una Arenosa rico en P, K y Ca. Tomando como inicial este análisis después de cosechar el cacahuate el pH presento diferencias, con la adición de sulfato de calcio se redujo la acidez del suelo siendo el tratamiento T2, el que mostró el mayor cambio al alcanzar valores de pH 7.51 (alcalino) cuando se aumentó la cantidad de sulfato de calcio hubo reducción tratamiento T3 con un pH 7.24, al igual que cuando se combinó con biosólido el tratamiento T1 con pH de 6.46, con lo cual se demostró un efecto positivo de los productos al disminuir su acidez

en todos los tratamientos; Caso contrario ocurrió con el porcentaje de materia orgánica el cual se vio altamente enriquecido con la adición de biosólido aumentando a 7.02 % aproximadamente, un 350 % más que el nivel inicial de (2 %), dicho efecto no fue el mismo para los tratamientos T2 y T3 donde al aumentar el nivel de inclusión de sulfato de calcio hubo una reducción en este parámetro, con lo anterior se demuestra lo mencionado por varios autores (Ortiz 1999; Moeller 1996; Andrade 2000; López 2000) que indican que los lodos son una fuente de materia orgánica; La reducción en el porcentaje de materia orgánica al aplicar sulfato de calcio pudo verse influenciada por que este elemento hace más fácil la asimilación y descomposición de la materia orgánica (Sucromiles, 2000 y Rev. Venezolanas 2000); dicha propiedad influencia la pérdida de materia orgánica haciéndose mas impactante en suelos pobres y con texturas arenosas como el de la prueba, como se observa en la Figura 1. La CE no presentó cambios significativos aunque el tratamiento T1 presenta el mayor nivel de la prueba con 0.17 dS/m. En el contenido de macro elementos se disminuyó de manera importante el porcentaje de fósforo y potasio en los tratamientos T2 y T3 ocasionado por la absorción natural del cultivo, puesto que el cacahuate es un cultivo altamente extrayente de estos elementos; cuando se adicionó biosólido (T1) las pérdidas de elementos fueron menores con lo cual se mantiene la fertilidad del terreno por un mayor tiempo.

El Nitrógeno nítrico se vio altamente influenciado por la adición de sulfato de calcio. A mayor cantidad de sulfato de calcio mayor fue el % de N nítrico, con lo cual se reafirma que este producto ayuda a descomponer la materia orgánica y hace que el nitrógeno sea más disponible por esta razón los tratamientos T2 y T3 mostraron un mejor efecto en el rendimiento; Para el calcio se logró mantener los niveles iniciales, cuando se combinó con biosólido se alcanzó una mayor presencia de este elemento alcanzando niveles de 6203.5 ppm. En lo referente al Mg se alcanzaron aumentos considerables.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se vio influenciada logrando un aumento considerable cuando se utilizaron los biosólidos. Al utilizar lodos se presentó en

base de intercambio H + Al y se presentó también la mayor conductividad eléctrica (0.17 dS/m) pero este factor puede verse influenciado por la acidez inicial del suelo, los valores alcanzados no son alarmantes pero se debe continuar estudiando este efecto puesto que en las investigaciones hechas por Ortiz (1999) se mencionan problemas de sales al incorporar biosólidos a suelos con mal drenaje.

Martínez *et al.* (1998) mencionan que los mejores suelos para cultivar cacahuete son suelos de textura ligera, franco arenoso y arenoso. El análisis de suelo hecho antes de la prueba (Cultivos y suelos S.A.); indica que se trabajó con un suelo de textura arenosa, con pH de 6.1 (ligeramente ácido), se contaba con el perfil ideal para el desarrollo de este cultivo; al adicionarle sulfato de calcio ó su combinación con biosólido se modifica la textura del suelo cambiándola a un perfil franco arenoso con lo cual se aumentó así la cantidad de arena gruesa aumentando la capacidad de retención de agua (Ortiz y Ortiz, 1980) favoreciendo aun más el desarrollo del cultivo de cacahuete.

En la presente investigación se suscitó una escasez de agua durante la etapa de desarrollo del cultivo por dicho fenómeno se propició un problema stress hídrico que afectó gravemente el desarrollo del cultivo y propició que no se alcanzaran los rendimientos esperados, y lograr rendimientos de 401 kg/ha muy por debajo de la media estatal. En la presente investigación cuando se fue elevando la dosis de sulfato de calcio se aumentó el rendimiento del cultivo, superando al testigo. No siendo así para la combinación con biosólido que alcanzó el rendimiento más bajo de la prueba.

El sulfato de calcio acelera la descomposición de la materia orgánica contenida en el suelo que al final de la prueba propició una reducción en la M.O. Ya que el proceso de descomposición de la M.O influenciado por el sulfato de calcio produjo CO₂ que formó a su vez HCO₃ en el suelo, este ácido aumentó la solubilidad, aumentando así el aprovechamiento de los nutrimentos, por este factor se alcanza un mayor rendimiento en los tratamientos T2 y T3. Para el tratamiento donde se utilizó biosólido fresco sé

proveo al suelo de una fuente de materia orgánica la cual por el corto periodo de tiempo de la prueba, la materia orgánica no pudo ser asimilada por el cultivo con rapidez para aumentar su rendimiento. Lo interesante de dicha enmienda es estudiar el efecto de este producto a largo plazo en un siguiente ciclo cuando el aporte de materia orgánica pueda ser asimilado por el cultivo y así incidir notoriamente en la producción.

Aunado a lo anterior Polania (2001), menciona que la utilización de yeso (sulfato de calcio) promueve el desarrollo de condiciones favorables para el crecimiento vigoroso del sistema radical en las capas superficiales del suelo. Un sistema radical que crece vigorosamente a profundidad aprovecha el agua disponible ya que las capas inferiores conservan mejor humedad. De esta forma el cultivo resiste mejor la época de secas como la que se presentó en Amayuca en donde se realizó el trabajo. Asimismo un sistema radical vigoroso y profundo explora mejor el perfil del suelo aprovechando mejor los nutrientes, todo esto se refleja en un mejor rendimiento del cultivo como se presentó en este trabajo donde la aplicación de sulfato de calcio provocó un aumento en el rendimiento.

En diversas publicaciones se indica que el cultivo de cacahuete no reacciona a la fertilización química debido a que no hay incremento en el rendimiento por lo cual no se recomienda su fertilización, cualquier planta empobrece el suelo por la absorción de nutrientes, Martínez *et al.* (1998) mencionan que el cacahuete es un cultivo extrayente de grandes cantidades de P, K y Ca para su desarrollo es por ello que se deben de buscar alternativas de fertilización orgánica que estimule la aportación de estos elementos y promueva un aumento en el rendimiento. Los biosólidos contienen grandes cantidades de N, P, K y otros elementos entre ellos el Calcio, Magnesio y otros elementos menores (Fe, Zn, Mn, Cu, Pd, Ni, Cr, Co y Cd) (Ortiz 1999), lo que permite tener una fuente adicional de nutrimentos que ayuda a lograr un equilibrio en el suelo. En este trabajo se plantea la utilización de dos tipos de abonos orgánicos (Sulfato de calcio y biosólido) que al combinarse uno al otro sé potencialice su efecto en el cultivo.

Cuadro 4. Resultado de los análisis de suelo hechos a la parcela inicialmente y después de la cosecha de cacahuate en la parcela ubicada en Amayuca.

	Inicial	1 ton/ha SC	2 ton/ha SC	Biosólido	Testigo
pH	6.1	7.51	7.24	6.46	6.46
M.O	2	1.89	1	7.02	3.96
Textura	Arenosa	Franco arenoso	Franco arenoso	F. Arcillo arenoso	F. Arcillo arenoso
C.E	0.14	0.13	0.049	0.17	0.089
N- NO3 (nitrico)	4.2	7	7.5	5.9	2.9
Fosforo (P2 05)	53.6	15	15	42.5	225
Potasio (K2O)	542.9	258.2	166	489.56	438.25
Calcio (Ca O)	2640	2600	2100	6203.5	4680
Magnesio	1.2	550	520	512	610.35
Densidad Aparente		1.4	1.41	1.42	1.33
C I C	9	18.15	15.16	37.51	30.38
Ca		12.97	10.47	30.96	23.36
Mg		4.52	4.27	4.22	5.02
Na		0	0	0.21	0
K		0.66	0.42	1.25	1.12
H + Al		0	0	0.88	0.88
% Saturación B					
Ca		71.46	69.06	82.52	76.89
Mg		24.9	28.16	11.24	16.54
Na		0	0	0.57	0
K		3.63	2.77	3.34	3.69
H + Al		0	0	2.33	2.88

Análisis inicial realizado por Cultivos y suelos y Fumigaciones y Mantenimiento de Plantas S.C.

Al aplicar biosólido no se alcanzaron los rendimientos esperados pero se logro al final de la prueba un enriquecimiento en el suelo principalmente de M.O y un mejor balance nutrimental (Macro y micro elementos), los cuales pueden ser mejor asimilados para un siguiente ciclo donde por estar un mayor tiempo en el suelo y en proceso de descomposición que origine una mayor

disponibilidad con lo cual se podrá lograr mejorar las características de fertilidad del suelo; Si bien con la aplicación de sulfato de calcio se alcanzó mayor rendimiento, el balance nutrimental fue menor al final del cultivo lo cual es un aspecto que se debe considerar para no mermar la fertilidad de los suelos.

CONCLUSIONES

Al aplicar sulfato de calcio se aumentó el rendimiento del cultivo de cacahuete, la mejor dosis de sulfato de calcio fue la de 2 ton/ha.

La aplicación de biosólido con un nivel de sulfato de calcio mejora la fertilidad del suelo al final de la prueba, por lo cual la aplicación de los productos combinados muestra un efecto positivo a largo plazo.

La aplicación de lodos fue benéfica y proporcionó nutrimentos adicionales aumentando el porcentaje de materia orgánica en el suelo.

LITERATURA CITADA

Andrade, Ma L; Marcet, P; Reyzabal, Ma L; Montero, Ma José. 2000. Contenido, Evolución de nutrientes y productividad en los suelos tratados con lodos residuales urbanos. Departamento de biología vegetal y ciencia del suelo. Revista Edafología. Volumen 7: 21- 29.

León, A. R. 1992. Nueva Edafología. Regiones tropicales y áreas templadas de México. Características y propiedades de los terrenos y su influencia agrícola. Distribuciones Fortamara, S.A. pp 351.

López, I. J; Navarro, G. M; González, C. S. 2000. Tratamiento de descontaminación de materia orgánica residual: límites alcanzados de metales pesados. Área de Edafología y Química agrícola. Revista Edafología. Volumen 7-3. Pag 151-157.

Moeller, C. G.; Mijailova, N. P.; Cardoso, V. L.; Ramírez, C. E.; López, A. S. 1996.

Alternativas de tratamiento y reuso de lodos residuales. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Vol 1. Morelos, México Pp 337.

Martínez, L. A; Barrera, O. A; Díaz B. V; Ambriz, C. R. 1998. Paquete tecnológico de cacahuete (*Arachis hipogea* L.) bajo condiciones de riego. INIFAP Instituto Nacional de Investigación Forestal Agropecuaria y Pesca. Pg 53 - 63

Olivares, S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. FAUANL Versión 2.5.

Ortiz, H. L; Sánchez, S. E; Gutiérrez, R. M. 1999. Efectos de la adición de lodos residuales sobre un suelo agrícola y un cultivo de maíz. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 15 (2) pp 69 - 77

Revista Colombiana. 2000. SUCRUMILES, S.A. Manual del uso del yeso en el suelo para una agricultura más sostenible. Información Técnica sobre el sulfato de calcio dihidratado. Fertilizante y enmienda para suelos.

Revista Venezolana. 2000.
<http://monogas.infoagro.info.ve/información/tecnología/folleto/ffosatoc.htm>

Polania, F. F. 2001. Uso del yeso agrícola como enmienda "Acidez y encalamiento de los suelos. Boletín Informativo.
<http://www.fenalce.org/Tecnifenalce/82001.doc>

Traynor. J. 2001. Controle la pudrición de la raíz con calcio. Revista de Productores de Hortalizas pp 35 - 37.