

II Congreso Paraguayo de Ciencia del Suelo V Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos



Trabajos Presentados

17 y 18/Agosto/2017

Hotel Savoy, Encarnación

© **Sociedad Paraguaya de Ciencia del Suelo - SOPACIS, 2017.**

Congreso Paraguayo de Ciencia del Suelo. Simposio de Manejo y Conservación de Suelos (5a: 2017 ago. 17-18: Encarnación, Paraguay).

Trabajos presentados / editores Carlos Andrés Leguizamón Rojas, Alba Liz González, Julio Renán Paniagua Alcaraz, Enrique Oswin Hahn Villalba. – San Lorenzo, Paraguay: Sociedad Paraguaya de Ciencia del Suelo - SOPACIS, 2017.

1. Suelos. 2. Ciencia del Suelo. 3. Conservación de suelos. 4. Propiedades físicas del suelo. 5. Fertilidad del Suelo. 6. Contaminación del Suelo. 7. Génesis del Suelo. 8. Clasificación del Suelo. 9. Uso de la tierra. 10. Ordenamiento territorial. 11. Propiedades químicas del suelo. 12. Nutrición de las plantas. I. Leguizamón Rojas, Carlos Andrés, ed. II. González, Alba Liz, ed. III. Paniagua Alcaraz, Julio Renán, ed. IV. Hahn Villalba, Enrique Oswin, ed. V. Título.

CDD: 631.4

ISBN: 978-99967-0-452-9

Diagramación de interior: Gilberto Riveros Arce

Diseño de tapa: Rodolfo Insaurralde

Cuidado de la edición: Suindá Ediciones. Cel.: 0971-898-890

Queda hecho el depósito que marca la Ley N° 1.328/98.

Derechos reservados.

Disponibilidad de azufre en suelos del Departamento de Itapúa

Camila Ortiz Grabski^{1*}, *Jimmy Walter Rasche Alvarez*¹, *Diego Augusto Fatecha*¹,
*Laura Raquel Quiñonez Vera*¹

Introducción

El azufre (S) se encuentra en el suelo en la forma orgánica e inorgánica. La forma orgánica representa cerca del 90% del S total y para estar disponible a las plantas debe mineralizarse (Tiecher et al. 2012). Se considera como S disponible a aquel que se encuentra en la forma de sulfato adsorbido con baja energía en los grupos funcionales del suelo (Pozza et al. 2009). Suelos de textura franco arenosa a arenosa, con bajos niveles de materia orgánica (MO), pH elevados y constante exposición a procesos de erosión poseen mayor posibilidad de presentar bajos niveles de S (Tiecher et al. 2012).

En el Departamento de Itapúa existen trabajos relacionados al levantamiento de los niveles de algunos nutrientes a nivel distrital (Fatecha 2004, Fatecha et al. 2017), sin embargo, existen escasas investigaciones relacionadas con la dis-

ponibilidad de azufre en el suelo (Watanabe 2013). El objetivo del trabajo fue realizar un levantamiento de datos sobre la disponibilidad de azufre de los suelos del Departamento de Itapúa a nivel de distrito.

Metodología

La clasificación de los niveles de disponibilidad de azufre en la camada superficial del suelo del Departamento de Itapúa fue realizada a partir de la sistematización de 4027 resultados de análisis de suelos obtenidos entre los años 2007 a 2016. Los resultados de análisis de suelo provinieron de los archivos de la base de datos del laboratorio de la Fundación Universitaria Ciencias Agrarias Itapúa (FUCAI) ubicada en Hohenau, Itapúa.

La clasificación de los niveles de azufre se realizó en base a la clasificación propuesta por Rasche (2004) (Tabla 1).

Tabla 1. Interpretación de azufre a partir de resultados de análisis de suelos.

Nivel	S-SO ₄ ⁻² .g dm ⁻³
Muy bajo	<2,00
Bajo	2,01 - 5,00
Medio	5,01 - 10,00
Alto	10,01 - 20,00
Muy alto	> 20,00

1. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Campus Universitario.

* Autor para correspondencia: camilaeaog@gmail.com

Para la elaboración del mapa se utilizó como unidades cartográficas los mapas con la división política a nivel departamental del Paraguay y a nivel municipal del departamento de Itapúa provistos por la DGEEC de la Secretaría Técnica de Planificación (STP). Los resultados de la clasificación de los niveles de azufre fueron introduci-

dos en el software QGIS, con la generación del mapa correspondiente.

Resultados y discusión

A nivel distrital en el Departamento de Itapúa el nivel de azufre fue clasificado como “alto” a excepción del distrito de Fram que fue categorizado como nivel “medio” (Figura 1).

MAPA DE NIVEL DE AZUFRE (S) EN EL SUELO DEL DEPARTAMENTO DE ITAPÚA A NIVEL MUNICIPAL

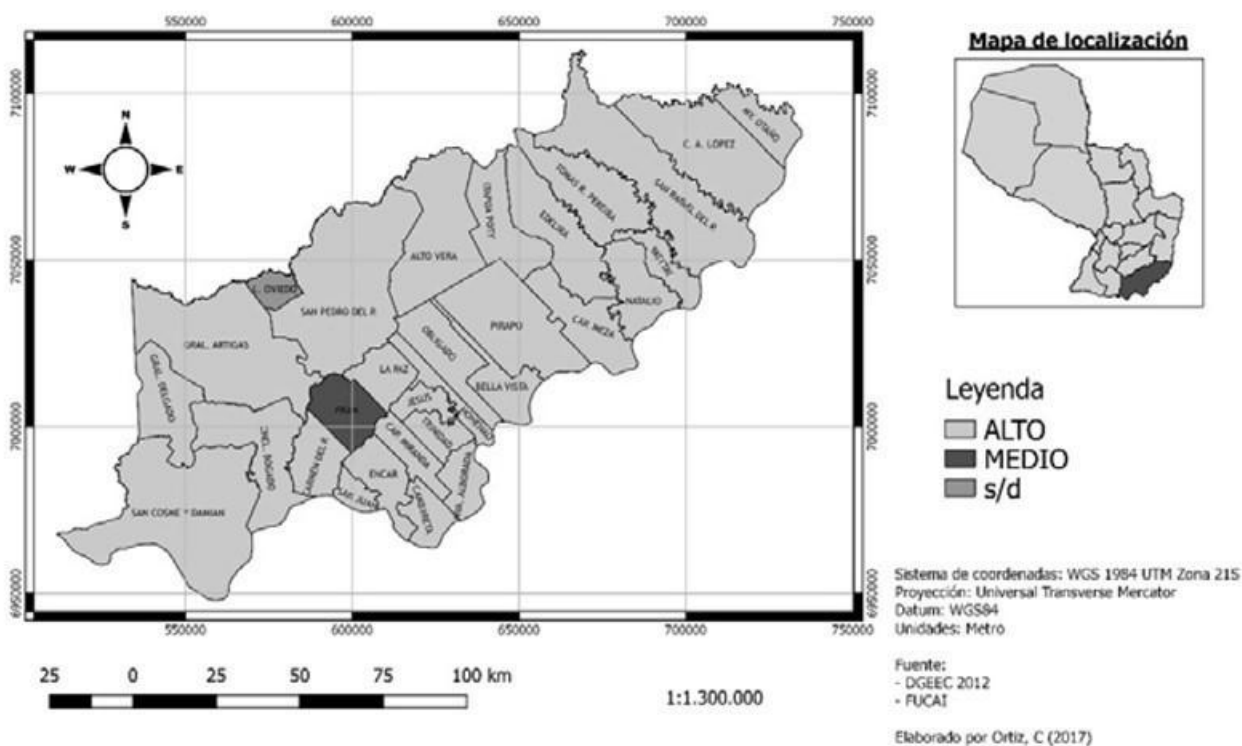


Figura 1. Mapa de clasificación de azufre de los suelos del departamento de Itapúa a nivel de distrito.

El 70,7% del S en el Departamento de Itapúa se clasifica como de nivel “alto” y el 28,6% como “medio”, siendo los demás niveles muy escasos, por lo tanto, este elemento, en general se encuentra de manera adecuada en la mayor parte de los suelos del departamento (Tabla 2).

El promedio departamental de S-SO₄ considerando las 4.027 muestras es de 11,9 mg dm⁻³. Los altos niveles de S en el suelo se deben posiblemente a que en el departamento predominan suelos arcillosos y con altos niveles de materia orgánica (Fatecha et al. 2017).

El nivel de S clasificado como “medio” (5-10 mg dm⁻³) resulta suficiente para cultivos poco exigentes, sin embargo para cultivos exigentes como las liliáceas, fabáceas y crucíferas se recomienda aumentar los valores de S en el suelo a nivel “alto” (10-20 mg dm⁻³).

En relación a promedio de S-SO₄ a nivel de distrito, Fram presenta la menor concentración, con 9,9 mg dm⁻³ y Bella Vista la mayor concentración (13,5 mg dm⁻³), los demás distritos presentan valores promedios entre esos rangos (Tabla 2).

A excepción del distrito de C. A. López que posee el 7,5% de las muestras clasificadas como “bajo” y el distrito de Obligado posee el 0,7% de las muestras clasificadas como “muy bajo”, los demás distritos presentan el 100% de las muestras clasificadas como “medio” “alto” o “muy alto”.

Cabe destacar que los distritos de Fram, General Artigas y General Delgado, presentan 76,5%,

70,0% y 71,4% de las muestras clasificadas como “medio”, respectivamente. Debido posiblemente a que en estos distritos predominan suelos de origen arenisca, con textura franco a arenosa y bajos niveles de MO. En el otro extremo, aparecen los distritos de Cambyretã, C.A. López, Jesús, Bella Vista, Hohenau, Itapúa Poty, Pirapó y Edelira con 4,3; 2,5; 2,4; 1,4; 0,9; 0,5; 0,4 y 0,3% de los análisis clasificados como “muy alto” (Tabla 2).

Tabla 2. Contenido de azufre en muestras de suelo de los distritos del departamento de Itapúa.

Municipios	Total muestras	S-SO ₄		S- SO ₄			
		...mg dm ⁻³ ...	MA*	A	M	B	MB
	 %.....					
Alto Verá	122	10,9	0,0	59,0	41,0	0,0	0,0
Bella Vista	494	13,5	1,4	74,3	24,3	0,0	0,0
Cambyretã	23	12,6	4,3	73,9	21,7	0,0	0,0
Cap. Meza	266	12,7	0,0	88,0	12,0	0,0	0,0
Cap. Miranda	160	10,7	0,0	45,0	55,0	0,0	0,0
C. A. López	40	10,9	2,5	55,0	35,0	7,5	0,0
C. del Paraná	8	11,5	0,0	62,5	37,5	0,0	0,0
Cnel Bogado	6	11,5	0,0	66,7	33,3	0,0	0,0
Edelira	305	12,3	0,3	81,0	18,7	0,0	0,0
Encarnación	148	12,6	0,0	85,1	14,9	0,0	0,0
Fram34	9,9	0,0	23,5	76,5	0,0	0,0	0,0
Gral Artigas	20	10,5	0,0	30,0	70,0	0,0	0,0
Gral Delgado	7	10,1	0,0	28,6	71,4	0,0	0,0
Hohenau	346	11,9	0,9	66,5	32,7	0,0	0,0
Itapúa Poty	201	11,7	0,5	73,1	26,4	0,0	0,0
Jesús 124	11,7	2,4	66,9	30,6	0,0	0,0	0,0
La Paz	86	11,2	0,0	59,3	40,7	0,0	0,0
L. Oviedo	0	—	—	—	—	—	—
Mayor Otaño	25	10,8	0,0	80,0	20,0	0,0	0,0
Natalio	158	12,4	0,0	77,2	22,8	0,0	0,0
Nva Alborada	100	11,3	0,0	70,0	30,0	0,0	0,0
Obligado	594	11,5	0,0	67,5	31,8	0,0	0,7
Pirapó	238	11,7	0,4	66,4	33,2	0,0	0,0
S. C. y Damián	11	13,4	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
San Juan del Paraná	27	11,4	0,0	66,7	33,3	0,0	0,0
San Pedro del Paraná	124	10,8	0,0	66,1	33,9	0,0	0,0
San Rafael del Paraná	35	12,4	0,0	94,3	5,7	0,0	0,0
Tomás Romero Pereira	197	11,5	0,0	73,6	26,4	0,0	0,0
Trinidad	38	11,7	0,0	89,5	10,5	0,0	0,0
Yatytay	90	11,7	0,0	68,9	31,1	0,0	0,0
ITAPÚA	4027	11,9	0,4	70,7	28,6	0,1	0,1

* MA: Muy alto; A: “Alto”; M: “Medio” y B: “Bajo”; MB: “Muy bajo”

Conclusión

Considerando los resultados de análisis de suelo, los niveles de azufre de los suelos de Itapúa se clasifican como de nivel “medio” a “alto”.

Referencias bibliográficas

Fatecha F, DA; John, RW; Sebem, E; Samaniego M, LR; Hahn V, EO; Rasche A, JW. 2017. Clasificación de parámetros químicos de sue-

- los agrícolas de los Departamentos de Misiones, Itapúa y Alto Paraná. *Tecnología Agraria*. 2(1): 8-13.
- Fatecha, D. 2004. Clasificación de la fertilidad, acidez activa (pH) y necesidad de cal agrícola de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis Ing. San Lorenzo, Paraguay, UNA. 89 p.
- Pozza, A.A.A.; Curi, N.; Guilherme, L.R.G.; Marques, JJGSM.; Enio T.S.; Costa, E.T.S.; Zuliani, D.Q.; Motta, P.E.F.; Martins, R.S.; Oliveira, L.C.A. 2009. Adsorção e dessorção aniônicas individuais por gibbsita pedogenética. *Química Nova*. 32(1): 99-105.
- Rasche A, JW. 2004. Disponibilidade e resposta de culturas ao enxofre em solos do Rio Grande do Sul. Tesis MSc. Santa María, Brasil, Universidade Federal de Santa María. 84p.
- Tiecher, T.; Rheinheimer, D. dos S; Rasche A., J.W.; Brunetto, G.; Mallmann K., F.J.; Piccin, R. 2012. Resposta de culturas e disponibilidade de enxofre em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica submetidos à adubação sulfatada. *Bragantia*. 71(4): 518-527.
- Watanabe, S. 2013. Aplicación de yeso y cal agrícola en la sucesión soja-trigo en siembra directa en un Ultisol. Tesis MSc. San Lorenzo, Paraguay, UNA. 103p.

Diferentes dosis de yeso agrícola y su efecto en el cultivo de soja

*Cristian Klock*¹, *Jimmy Walter Rasche Alvarez*², *Diego Augusto Fatecha Fois*^{2*}, *Jessica Coppo*³,
*Laura Raquel Quiñónez Vera*²

Introducción

El cultivo de la soja entró en auge, impulsado por un aumento expresivo en la demanda y los buenos precios registrados en las últimas décadas, pasando a ser el principal producto de exportación del país. La siembra de soja en Paraguay en la campaña 2016/2017 totalizó una superficie de 3.340.000 ha, siendo Alto Paraná el departamento que lideró con una superficie aproximada de 920.000 ha con un rendimiento promedio alrededor de 3.200 kg ha⁻¹ (CAPECO 2017).

En Paraguay, predominan los suelos ácidos y de fertilidad de nivel medio a bajo (Fatecha et al. 2017), sin embargo en los últimos años viene sufriendo una alta expansión en términos de área producida, abarcando inclusive suelos degradados con menor contenido de arcilla y materia orgánica, que limitan la obtención de altas productividades. A pesar de considerar a la soja como un cultivo de baja respuesta a la fertilización, con el tiempo se ha demostrado que generalmente crece y se desarrolla mejor en suelos fértiles (Rosolem et al. 2009). En ese contexto, el país posee una historia agrícola reciente, con carencia de informaciones científicas referentes al manejo de la fertilidad del suelo, principalmente sobre macronutrientes secundarios, calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S).

El azufre es uno de los elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de la soja, cuya deficiencia comenzó a manifestarse cuando se

buscó obtener elevadas productividades. El yeso agrícola es una de las principales fuentes de S, utilizado como fertilizante o como acondicionador/corrector de suelo, con efectos en algunas propiedades químicas y físicas del suelo, principalmente luego de varios años de uso, acompañados de incrementos en las cosechas de cultivos (Caires et al. 2004; Rampim et al. 2011). La aplicación de yeso también disminuye el aluminio (Al) tóxico en el perfil del suelo y aporta Ca en profundidad, pudiendo aumentar el desarrollo radicular que la planta absorba agua y nutrientes en profundidad (Moreira et al. 2006). Teniendo algunos resultados en parcelas experimentales a nivel local (Fatecha et al. 2015; Quiñónez et al. 2016), resultaría importante impulsar la utilización del yeso agrícola por productores agrícolas sobre todo en sistemas mecanizados.

Este trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de yeso agrícola en el cultivo de soja.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en la comunidad de Cerro Largo, situada en el distrito de Santa Rita, ubicado en el km 206 de la Ruta VI, Departamento del Alto Paraná, Paraguay. El suelo fue clasificado como Rhodic Paleudalf de textura arenosa en superficie y acumulación de arcilla en capas subsuperficiales, saturación de bases >35% y saturación de Al menor a 11%. El clima

1. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Este, Minga Guazú, Paraguay.

2. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

3. Universidad Estadual de Maringá. Programa de Post Graduação en Agronomia, Maringá, Brasil.

* Autor para correspondencia: fatechadiego@hotmail.com

de la región es subtropical con una temperatura media anual de 23°C y precipitaciones anuales promedio de aproximadamente 1.800 mm (López et al. 1995). El análisis químico del suelo de la camada superficial de 0- 0,20 m realizado antes de la instalación del experimento presentó los siguientes resultados: pH= 4,9; Materia Orgánica= 2,3%; P= 12,6 mg dm⁻³; Ca⁺²= 4,38 cmolc kg⁻¹; Mg⁺²= 1,04 cmolc kg⁻¹; K⁺= 0,40 cmolc kg⁻¹; Al⁺³= 0,46 cmolc kg⁻¹; S= 9, 83 mg kg⁻¹. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con cinco tratamientos (0, 100, 200, 400 y 800 kg ha⁻¹ de yeso agrícola) y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental contó con 3 m de ancho y 2,25 m de largo, totalizando 6,75 m². La soja variedad NA 5909 RR de ciclo intermedio (115 a 130 días) fue sembrada el 29 de septiembre de 2015 sobre el rastrojo de trigo en sistema mecanizado, con distanciamiento de 0,45 m entre hileras y 13 plantas por metro lineal, con densidad de 220.000 plantas ha⁻¹. Fueron aplicados 200 kg ha⁻¹ de fertilizante con formulación 04-30-10 conjuntamente al momento de la siembra. El yeso agrícola (CaSO₄ · 2H₂O), presentó una composición química de 18,8% de azufre en la forma de sulfato (SO₄⁻²). Las diferentes dosis fueron aplicadas al voleo en el momento de la siembra de la soja. Las variables evaluadas fueron altura final de planta (m), número de vainas por planta (uni-

dades), número de granos por planta (unidades), masa de mil granos (g) y rendimiento de granos (kg ha⁻¹). Se realizó análisis de varianza y comparación de medias por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error utilizando el programa estadístico INFOSTAT.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observan los promedios obtenidos en las variables evaluadas. El número de vainas por planta y número de granos por planta presentaron efecto significativo a las dosis de yeso aplicadas. El número de vainas por planta se ajustó a la ecuación $y = 64,7 + 0,0707x - 7 \times 10^{-5}x^2$, donde con la aplicación de 505 kg ha⁻¹ de yeso, se obtienen el mayor valor de 83 vainas por planta. El mayor valor de número de granos por planta de 213, se observó con la dosis de 492 kg ha⁻¹ de yeso, considerando la ecuación $y = 140,8 + 0,029x - 0,0003x^2$.

La altura final de planta, masa de mil granos y rendimiento de granos no fueron influenciados por el yeso agrícola. Estos resultados concuerdan con Fatecha et al. (2015) y Quiñónez et al. (2016) que en experimentos bajo las mismas condiciones de dosis utilizadas y tipo de suelo no observaron respuesta en la producción de soja a la aplicación de yeso.

Tabla 1. Altura de planta (AP), número de vainas por planta (NVP) número de granos por planta (NGP), masa de mil granos (MMG) y rendimiento de granos (RG) del cultivo de soja y resumen del análisis de varianza (valores de F) en función a diferentes dosis de yeso. Santa Rita, Alto Paraná, 2015/2016.

Dosis de yeso (kg ha ⁻¹)	AP m	NVP unidades	NGP	MMG g	RG kg ha ⁻¹
0	0,81	61,3	120	171	5080
100	0,83	69,7	175	178	5304
200	0,82	87,7	230	177	5093
400	0,81	74,5	181	177	5129
800	0,79	80,5	208	175	5118
Factor experimental					
Yeso (Y)	0,23 ^{ns}	0,01*	0,003*	0,32 ^{ns}	0,96 ^{ns}
CV%	2,82	8,93	16,86	2,85	9,20

*significativo al 5% de probabilidad por el test F; ns = no significativo; CV: coeficiente de variación.

La no respuesta de la soja a aplicación de yeso puede estar relacionada a que el crecimiento radicular del cultivo, en ausencia de déficit hídrico, no fue influenciada por la saturación de Al. Además el suelo presentó tenores de S muy cercanos al tenor crítico (10 mg kg^{-1}) provenientes de la mineralización de la MO, liberados en periodos cortos de tiempo, resultando suficientes para las necesidades del cultivo. Gentiletti y Gutiérrez (2004) no observaron respuesta en varios cultivos de soja a la fertilización con sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en suelos de la región Pampeana de Argentina con tenores mayores de 3% de MO.

Conclusión

Los parámetros de rendimiento de número de vainas por planta y número de granos por planta del cultivo de soja presentaron diferencias significativas en función a la aplicación de yeso agrícola. La altura de planta, masa de mil granos y rendimiento de granos no tuvieron influencia.

Referencias bibliográficas

- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas). 2017. Consultado el 3 de julio de 2017. Disponible en: <<http://capeco.org.py.htm>>.
- Caires, E.; Kusman, M.T.; Barth, G.; Garbuio, F.J.; Padilha, J.M. 2004 Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, 28(1): 125-136.
- Fatecha, D.A.; John, R.W.; Seben, E.; Samaniego, L.R.; Hahn, E.O.; Rasche, J.W. 2017. Clasificación de parámetros químicos de suelos agrícolas de los Departamentos de Misiones, Itapúa y Alto Paraná, *Tecnología Agraria*, 2(1):8-16.
- Fatecha F., D.A.; Rasche A., J.W.; Leguizamón R., C.A.; González, A.L.; Lana, M. do C. 2015. Aplicación de yeso agrícola y su efecto en la producción de soja en un oxisol de Alto Paraná. In: I Congreso Paraguayo de Ciencia de Suelo. 1-2 de octubre de 2015. San Lorenzo, Paraguay. 4 p.
- Gentiletti, A.; Gutiérrez, F.H. Fertilización azufrada del cultivo de soja en el centro-sur de Santa Fe. *Informaciones agronómicas*. v.24, p.1-9. 2004.
- López G. O.; González E.; De Llamas, P.; Molinas, A.; Franco S.; García, S.; Ríos, E. 1995. Estudio de Reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay. Proyecto de Racionalización del uso de la tierra. SSERNMA/MAG/Banco Mundial. Asunción, PY.
- Moreira, S.G.; Kiehl, J.C.; Prochnow, L.I., Pauletti, V. 2006. Calagem em sistema de semeadura direta e efeitos sobre a acidez do solo, disponibilidade de nutrientes e produtividade de milho e soja. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:71-81.
- Quiñónez V., L.R.; Rasche A., J.W.; Fatecha F., D.A.; Leguizamón R., CA; 2016. Aplicação e reaplicação de gesso agrícola na cultura da soja em área de plantio direto no Paraguai. In: XX Reunião Brasileira de Manejo e conservação do Solo. 20-24 de noviembre de 2016. Foz do Iguaçu, Brasil. 4p
- Rampim, L., MC.; Frandoloso, JF; Fontaniva, S. 2011. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, MG, 35(5):1687-1698.
- Rosolem, C.A.; Foloni, J.S.S., Oliveira, R.H. 2009. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38:301-309.

Efecto residual de la aplicación de azufre en el cultivo de soja en sistema de siembra directa

*María Belén Giménez Leguizamón¹, Jimmy Walter Rasche Álvarez¹,
Laura Raquel Quiñónez Vera¹, Diego Augusto Fatecha Fois^{1*},
Carlos Andrés Leguizamón Rojas¹*

Introducción

En los últimos tiempos se ha desarrollado síntomas de deficiencia de azufre (S), con efectos posteriores en la calidad y rendimiento de los cultivos. Este elemento es absorbido en cantidades importantes como anión SO_4^{2-} por el sistema radicular, participando en la síntesis de aminoácidos (cistina, cisteína y metionina) y formación de proteínas (Buchner et al. 2004). También es parte integral de varios compuestos importantes como vitaminas, coenzimas y fitohormonas (Nazhar et al. 2011) y en la soja en particular acelera el desarrollo de las raíces e interfiere en el proceso de nodulación (Broch et al. 2011).

El requerimiento de este elemento varía de acuerdo a la especie cultivada y producción estimada. Posee un rango de 10 kg ha⁻¹ para gramíneas que son menos exigentes, de 30 a 40 kg ha⁻¹ para leguminosas con exigencia intermedia y entre 70 a 80 kg ha⁻¹ en crucíferas y liliáceas con alta exigencia (EMBRAPA 1992).

En ese sentido, el yeso constituye una fuente importante de S y Ca que además actúa como acondicionador del suelo y permite mayor absorción de agua y nutrientes, actuando en la descompactación del suelo.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto residual de la aplicación de dosis de S en el cultivo de soja.

Metodología

El experimento se realizó en el departamento de Alto Paraná, distrito de Itakyry. El experimento tuvo un período de dos años, siendo presentados en este trabajo los resultados obtenidos en el segundo año de experimentación. El suelo del área corresponde a un Rhodic Paleudult de textura francosa gruesa y fertilidad media según la clasificación de López et al. (1995). El análisis químico del suelo de la camada de 0-0,20 m fue: pH= 5,5; materia orgánica= 1,5 %, P = 18,3 mg dm⁻³; Ca⁺²= 0,61 cmolckg⁻¹; Mg⁺²= 0,78 cmolckg⁻¹; K⁺= 0,09 cmolckg⁻¹; Al⁺³=0,0 cmolckg⁻¹.

Como fuente de azufre fue utilizado yeso agrícola (CaSO_4) compuesto por 18,8 % de azufre en la forma de sulfato (SO_4^{2-}) que fue aplicado por única vez en septiembre de 2014. El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente aleatorio con seis tratamientos (0, 100, 200, 400, 800 y 1.600 kg ha⁻¹ de yeso agrícola) y cinco repeticiones. Las dimensiones de cada unidad experimental fueron de 8 m de largo por 8 m de ancho, totalizando 64 m². En setiembre de 2015 fue sembrada la soja de variedad SYNGENTA 9070, de ciclo medio (130 a 135) días, con hábito de crecimiento indeterminado, sobre rastrojos de soja de segunda en sistema mecanizado, con un distanciamiento de 0,50 entre hileras y 10 plantas por metro lineal. Conjuntamente en el momen-

1. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

* Autor para correspondencia: fatechadiego@hotmail.com

to de la siembra fueron aplicados 200 kg ha⁻¹ de la formulación 5-20-5 como fertilización de base, y 50 kg ha⁻¹ de K₂O utilizando el cloruro de potasio 0-0-60 como fuente potásica, en cobertura a los 30 días después de la siembra.

Las variables evaluadas fueron altura final de la planta, número de vainas por planta, número de granos por planta, masa de mil granos y rendimiento de granos.

Se realizó análisis de varianza y comparación de medias por el test de Tukey al 5 % de probabilidad de error utilizando el programa estadístico Infostat.

Resultados y discusión

La aplicación de yeso agrícola como fuente de azufre no afectó significativamente en la altura

final de la planta, número de vainas por planta, número de granos por planta, masa de mil granos y rendimiento de granos (Tabla 1). La poca respuesta se asemeja a los resultados obtenidos por (Fatecha et al. 2015) cuando evaluó el efecto directo de la primera zafra, mientras que comparado con Soares (2016) cuando evaluó las mismas variables en condiciones diferentes tampoco observó respuesta a la aplicación de yeso.

El predominio de la fracción arena en el suelo y aliado a los índices de pluviosidad pudieron haber permitido la lixiviación de SO₄²⁻ a capas subyacentes lo que ocasionó la escasa respuesta a la aplicación de yeso, considerando que el nivel de materia orgánica fue del 1,5 % y el tenor inicial de azufre en el suelo fue de 9,75 mg dm⁻³, bastante cercano al nivel crítico para el cultivo de soja (CQFS-RS/SC 2016).

Tabla 1: Altura de la planta (AP), número de vainas por planta (NVP), número de granos por planta (NGP), masa de mil granos (MMG) y rendimiento de granos (RG) en función a la aplicación de diferentes dosis de yeso. Itakyry, Alto Paraná, 2015/2016.

Dosis de yeso (kg ha ⁻¹)	AP (m)	NVP (unidades)	NGP (unidades)	MMG (g)	RG (kg ha ⁻¹)
0	0,92 ^{ns}	74,4 ^{ns}	191,6 ^{ns}	129,6 ^{ns}	4.400 ^{ns}
100	0,89	71,7	180,7	126,9	4.090
200	0,86	70,6	179,7	125,4	4.535
400	0,90	73	186,4	125,8	4.315
800	0,89	69,4	177	126,8	3.999
1.600	0,77	66,8	168,2	128,8	4.405
Factor experimental					
Yeso (Y)	0,81 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,18 ^{ns}
CV%	15,5	26,33	26,84	4,36	9,86

ns: no significativo al 5 % de probabilidad de error, CV: Coeficiente de variación.

Conclusión

La aplicación de diferentes dosis de yeso agrícola como fuente de azufre no influyó en los parámetros de rendimiento y productividad de granos de la soja.

Referencias bibliográficas

- Broch, D.L.; Pavinato, P.S., Possenti, J.C.; Martín, T.; Del Quiqui, E.M. 2011. Productividade da soja no cerrado influenciada pelas fontes de enxofre. *Revista Ciência Agronômica*.(3):791-796.
- Buchner, P.; Stuver, E.; Westerman, S.; Wirtz, M.; Hell, R; Hawskerford, M; De Kok, L. 2004. Regulation of sulfate uptake and ex-

- pression of sulfate transporter genes in *Brassica oleracea* as affected by atmospheric H₂S and pedospheric sulfate nutrition. *Plant Physiology*. 136: 3396-3408.
- CQFS (Comissão de Química e Fertilidade Do Solo) - RS/SC. 2016. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11. Ed. Porto Alegre.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1992. Uso de gesso agrícola como insumo. EMBRAPA. 6 p.
- Fatecha, D.A.; Rasche, J.W.; Leguizamón, C.A.; Gonzalez, A.L.; Lana, M.C. 2015. Respuesta a la aplicación de yeso agrícola en algunos parámetros de crecimiento y rendimiento en el cultivo de soja en sistema de siembra directa. In: I Congreso Paraguayo de Ciencia de Suelo. IV Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelo. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. Pp. 75-77.
- López, G.O.; González, E.; De Llamas, P; Molinas, A.; Franco, S.; García S.; Ríos E. 1995. Estudio de Reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay. Proyecto de Racionalización del uso de la tierra SSERNMA/MAG/Banco Mundial. Asunción, Paraguay.
- Nazhar, R.; Noushina, I.; Masood, A.; Syeed, S. and Khan, N.A. 2011. Understanding the significance of sulfur in improving salinity tolerance in plants. (en línea). *Environmental and Experimental Botany*. (70):80-87.
- Soares, G. Gesso e fósforo na sucessão soja/milho safrinha. 2016. 90 p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás. Jataí, 2016.