

Eficiencia de respuesta de trigo, maíz y soja a la fertilización azufrada en la región pampeana argentina

H.S. Steinbach¹ y R. Álvarez^{1,2}

Antecedentes

Los requerimientos de azufre (S) y de fósforo (P) de trigo, maíz y soja varían entre 4 y 7 kg t⁻¹ de grano. La exportación es alrededor de 30 a 50% de lo absorbido en trigo y maíz, llegando de 60 a 70 % en soja (Álvarez et al., 2013; IPNI, 2013). A pesar del alto requerimiento de S y a diferencia con lo que sucede con P, en la región pampeana argentina no ha sido habitual la fertilización azufrada hasta años recientes. Durante los últimos 15 años se han realizado gran cantidad de ensayos de fertilización azufrada en la región. En muchos casos se han detectado respuestas positivas a la fertilización, pero en otros no, sin encontrarse una relación directa entre la respuesta y el nivel de S como sulfatos (S-sulfatos) del suelo (Echeverría et al., 2011). Nuestro objetivo, fue integrar la información disponible para evaluar la significancia y magnitud de la respuesta a la fertilización azufrada en los cultivos de trigo, maíz y soja en la región pampeana argentina y analizar qué factores condicionan esa respuesta.

Generación y análisis de la base de datos

Se recopiló información publicada de ensayos de fertilización azufrada realizados en la región pampeana donde se reportaron rendimientos de tratamientos testigo y fertilizados, dosis de S y características del suelo de los sitios experimentales. De 107 trabajos analizados, 55 correspondieron a ensayos con trigo, 25 con maíz y 27 con soja, en su mayoría desarrollados por organismos oficiales (INTA y Universidades Nacionales) y en algunos casos privados (CREA e IPNI).

Si además de S, el fertilizante azufrado tenía en su composición otro nutriente, se seleccionaron solamente aquellos casos en que este hubiera sido aplicado a los tratamientos testigos en igual dosis que a los tratamientos con S.

Para cada trabajo se registró el número de ensayos

reportados, el año de experimentación, los rendimientos de testigos y tratamientos fertilizados, la dosis de S y, cuando se disponía de la información, el contenido de materia orgánica y S-sulfatos del estrato 0-20 cm del suelo (**Tabla 1**). En los casos donde los datos de rendimiento se presentaban en forma gráfica estos se adquirieron utilizando GetData Graph Digitizer (2008). Los datos de rendimiento que eran promedios de varios años o sitios fueron clasificados como redes y también incluidos en el análisis.

En el 50-60% de los casos, el fertilizante azufrado utilizado fue sulfato de calcio (yeso agrícola), en un 30% sulfato de amonio y en las demás situaciones se utilizó tiosulfato de amonio o nitrosulfato de amonio. En trigo aproximadamente el 70% de los experimentos fueron realizados en la zona húmeda de la región (Pampa Ondulada, Pampa Arenosa, sur de Santa Fe y sudeste bonaerense) y el otro 30 % en la semiárida (sudoeste bonaerense, este de La Pampa, noreste de Córdoba). Por el contrario, casi toda la información sobre maíz y soja correspondió a la primera zona. En soja, el 57% de los datos correspondió a ensayos de fertilización al cultivo y 43% a ensayos de fertilización del cultivo antecesor, pero se informaba también la respuesta de la soja, que fue integrada al análisis. Un 43% de los experimentos con soja reportaban respuesta de soja de primera (soja de ciclo completo) y 57% de soja de segunda (sembrada inmediatamente luego de la cosecha de trigo o cebada).

Se graficó la relación entre el rendimiento de cada uno de los tratamientos de fertilización con el testigo sin fertilizar de cada ensayo o red, estimando con IRENE (2001), si la pendiente de la recta de ajuste no difería de 1 y la ordenada de 0. En los casos que había diferencias, la recta de ajuste se usó como evidencia de respuesta significativa a S. También se estimó la significancia estadística de la respuesta (rendimiento fertilizado - rendimiento testigo) con una prueba de t apareada entre testigos y fertilizados a un nivel $\alpha=0.05$. Se calculó

Tabla 1. Número de ensayos independientes disponibles, redes de ensayos, pares de datos de rendimiento (testigos vs. fertilizados), dosis media, respuesta media y eficiencia agronómica media para los cultivos de trigo, maíz y soja en la región pampeana argentina.

Cultivo	Ensayos	Redes	Datos	Datos media kg S ha ⁻¹	Respuesta media kg grano ha ⁻¹	Eficiencia media kg grano kg ⁻¹ S
Trigo	141	10	475	19	300	17
Maíz	138	4	259	18	715	45
Soja	186	0	378	22	348	19

¹ Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, 1417 Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: steinbac@agro.uba.ar

² CONICET

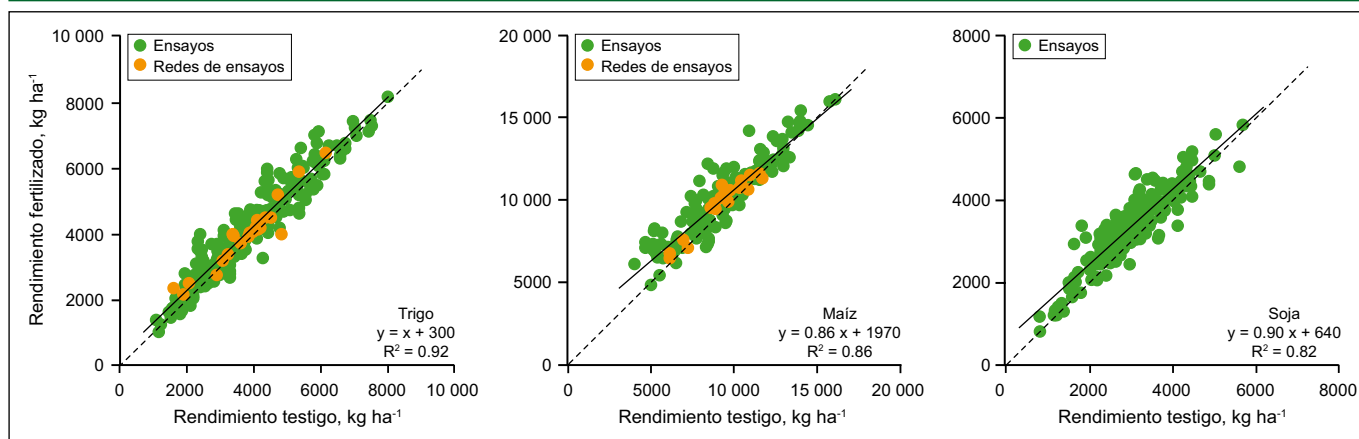


Figura 1. Relación entre el rendimiento de trigo, maíz y soja de los tratamientos fertilizados con S y el rendimiento de los testigos. Círculos verdes corresponde a resultados de ensayos independientes y círculos naranja a resultados promedios de redes experimentales.

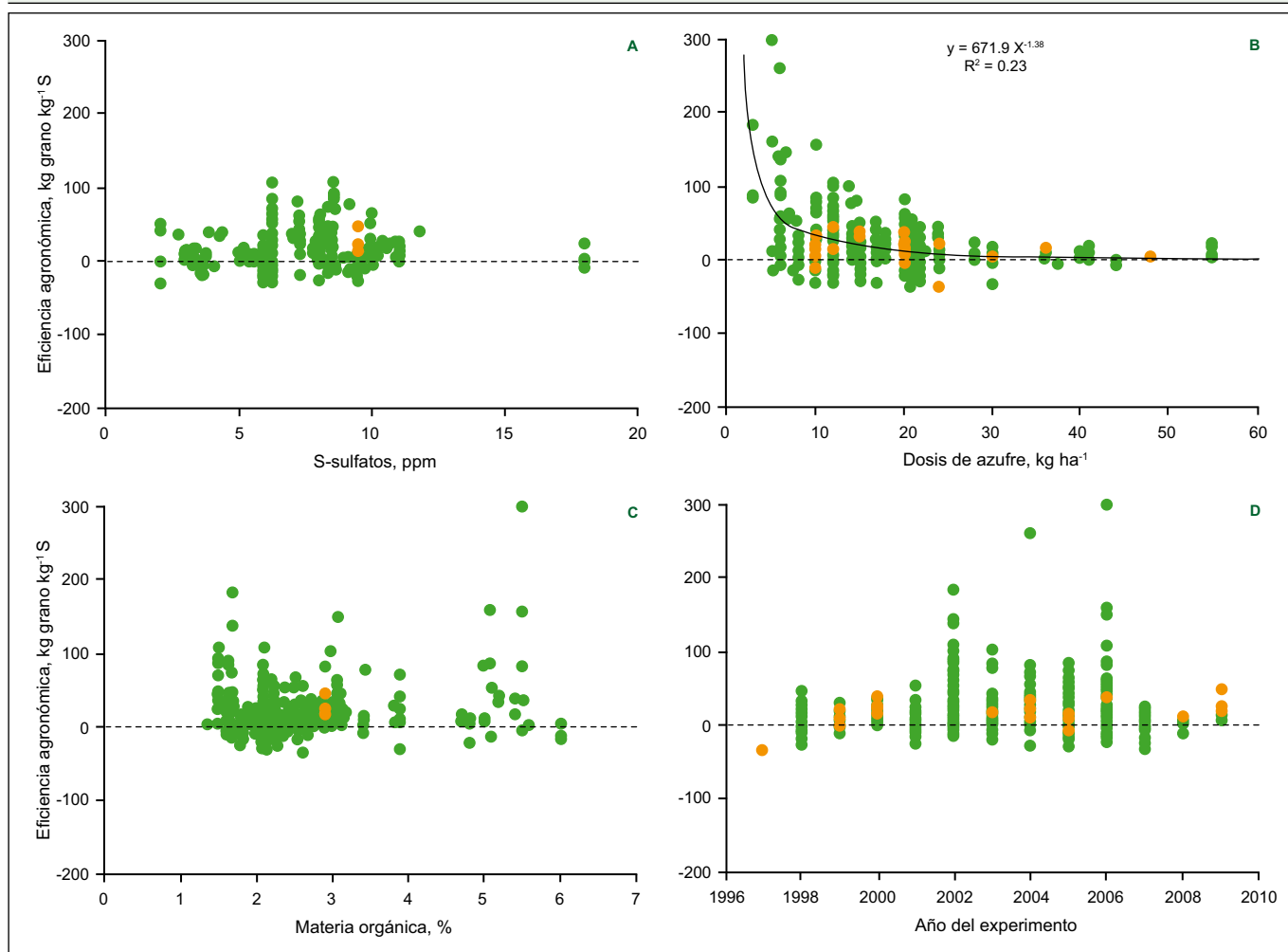


Figura 2. Eficiencia agronomica de la fertilización azufrada en trigo en función del nivel de S-sulfatos del suelo (0-20 cm, A), la dosis de S-fertilizante (B), el contenido de materia orgánica edáfica (C) y el año de realización del experimento o la red de fertilización (D). Círculos verdes corresponden a resultados de ensayos independientes y círculos naranjas a resultados promedios de redes experimentales.

la eficiencia agronomica de cada tratamiento de cada experimento por separado como el cociente entre la respuesta a S y la dosis aplicada en el tratamiento. Se testearon en conjunto las diferencias entre las eficiencias agronomicas medias de fertilizar al antecesor o a la soja y de fertilizar soja de primera o de segunda por Kruskal-Wallis ($\alpha=0.05$). Por análisis de regresión se evaluó la relación entre la eficiencia agronomica lograda y el

contenido de materia orgánica (MO), S-sulfatos del suelo o el año de experimentación ($\alpha=0.05$). Con el precio del grano y del fertilizante sulfato de calcio (en US\$ a moneda corriente) se calculó la relación de precios para cada cultivo. Comparando las relaciones de precios de trigo, soja y maíz con sus respectivas eficiencias agronomicas se evaluó la conveniencia económica de la fertilización azufrada.

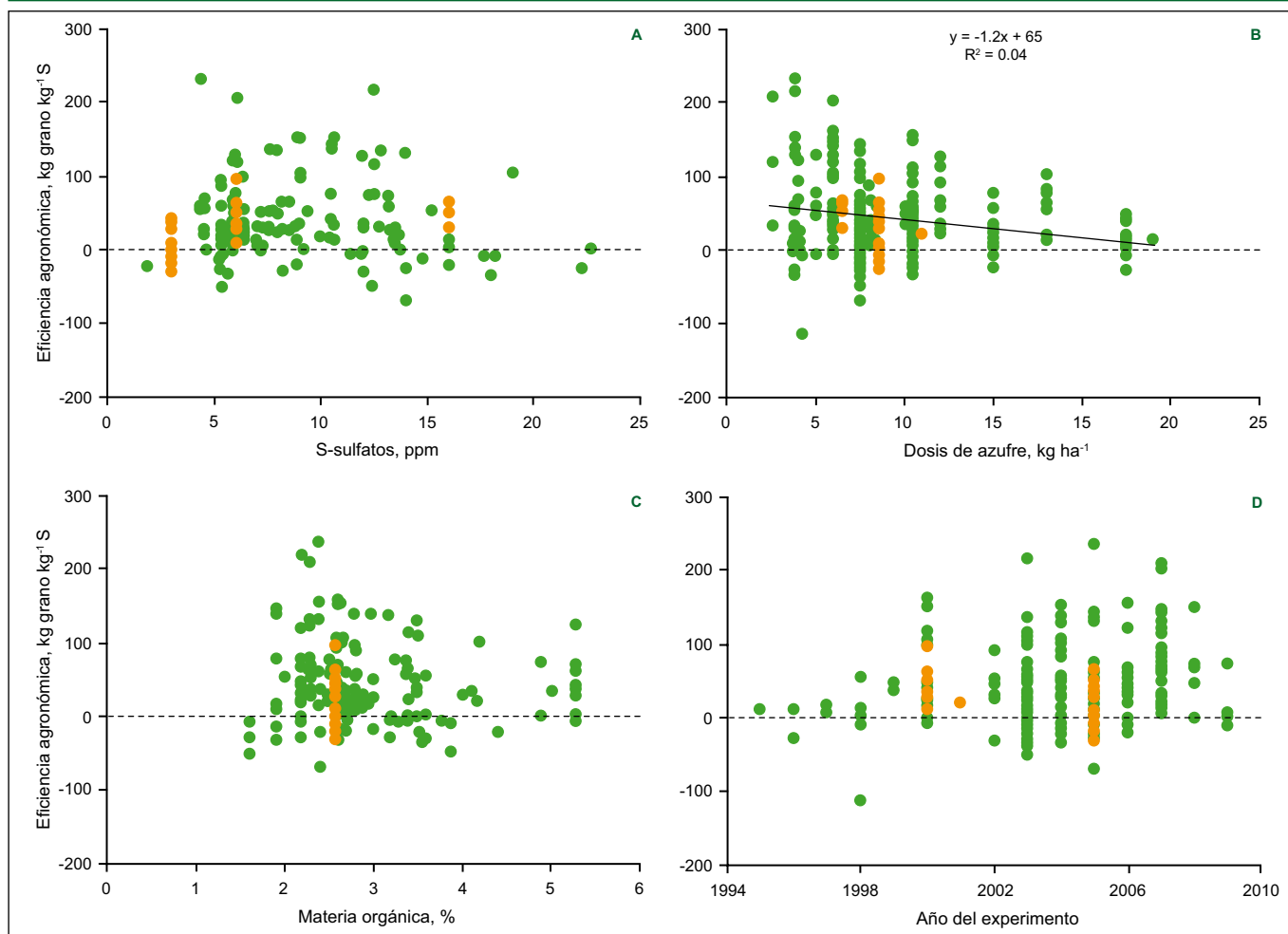


Figura 3. Eficiencia agronómica de la fertilización azufrada en maíz en función del nivel de S-sulfatos del suelo (0-20 cm, A), la dosis de S-fertilizante (B), el contenido de materia orgánica edáfica (C) y el año de realización del experimento o la red de fertilización (D). Círculos verdes corresponden a resultados de ensayos independientes y círculos naranja a resultados promedios de redes experimentales.

La información de trigo se tomó de: Abeledo et al. (2008), Arens et al. (2008), Barraco et al. (2009), Bergh (2005), Bergh et al. (2006), Bianchini et al. (2002), Bianchini et al. (2007), Calviño et al. (2001), Capurro et al. (2005a, 2005b, 2005c, 2008b), Castellarín et al. (2009), Caviglia et al. (2000), Echeverría (2002), Echeverría et al. (2011), Fernández et al. (2004a, 2004b, 2005), Ferrari et al. (2001), Fontanetto et al. (2002), Fontanetto et al. (2003a, 2008), Galantini et al. (2006), Gambaudo et al. (2006), García et al. (2010), González et al. (2002, 2004), González y Polidoro (2001), Gutiérrez Boem et al. (2001), Keller y Fontanetto (2003a, 2004), Landriscini y Galantini (2001), Loewy et al. (2007), Masgrau y Maich (2008), Reussi Calvo et al. (2001, 2006a, 2006b, 2008, 2010), Rossi y Gambaudo (2008), Salomón et al. (2007), Salvagiotti et al. (2009), Salvagiotti y Miralles (2008), Satorre et al. (2010), Thomas et al. (2002), Ventimiglia et al. (2000, 2004, 2008), y Vivas et al. (2003, 2005, 2007b, 2009, 2011).

La información de maíz se tomó de: Bianchini et al. (2007), Capurro et al. (2001), Capurro et al. (2008a), Carta et al. (2000), Castillo et al. (2006), Caviglia et al. (2000), Cordone et al. (2001), Ferraris et al. (2003), Ferraris et al. (2005), Ferraris y Mousigne (2011), Fontanetto (2004), Fontanetto et al. (2006), Funaro et al. (2004), García

(1999), García et al. (2010), González Montaner y Dinápoli (2002), Melchiori et al. (2005), Pagani et al. (2009), Pagani y Echeverría (2011), Pedrol et al. (2001), Ventimiglia et al. (2003), y Vivas et al. (2005, 2008).

La información de soja se tomó de: Álvarez et al. (2008), Boga (2010), Caviglia et al. (2000), Cicore et al. (2005), Espósito et al. (2009), Ferraris et al. (2001, 2004a, 2004b), Fontanetto et al. (2003b, 2004, 2009), García et al. (2010), Gutiérrez Boem et al. (2000, 2006), Keller y Fontanetto et al. (2003b, 2006), Rivero et al. (2000), Rodríguez et al. (2002), Salvagiotti et al. (2004), Tysko y Rodríguez (2006), Ventimiglia et al. (2000), Vivas y Fontanetto (2003), y Vivas et al. (2005, 2007a, 2008, 2009b, 2010).

Respuesta y eficiencia agronómica de la fertilización azufrada

Para trigo, la variación de la respuesta fue muy amplia con un rango de -980 a +1620 kg grano ha⁻¹. La recta ajustada entre los rendimientos de los tratamientos fertilizados vs. los rendimientos de los tratamientos testigo tuvo pendiente no distinta de 1 e intercepción mayor a cero, indicando una respuesta promedio significativa a la fertilización con azufre de 300 kg grano ha⁻¹ (**Figura 1**).

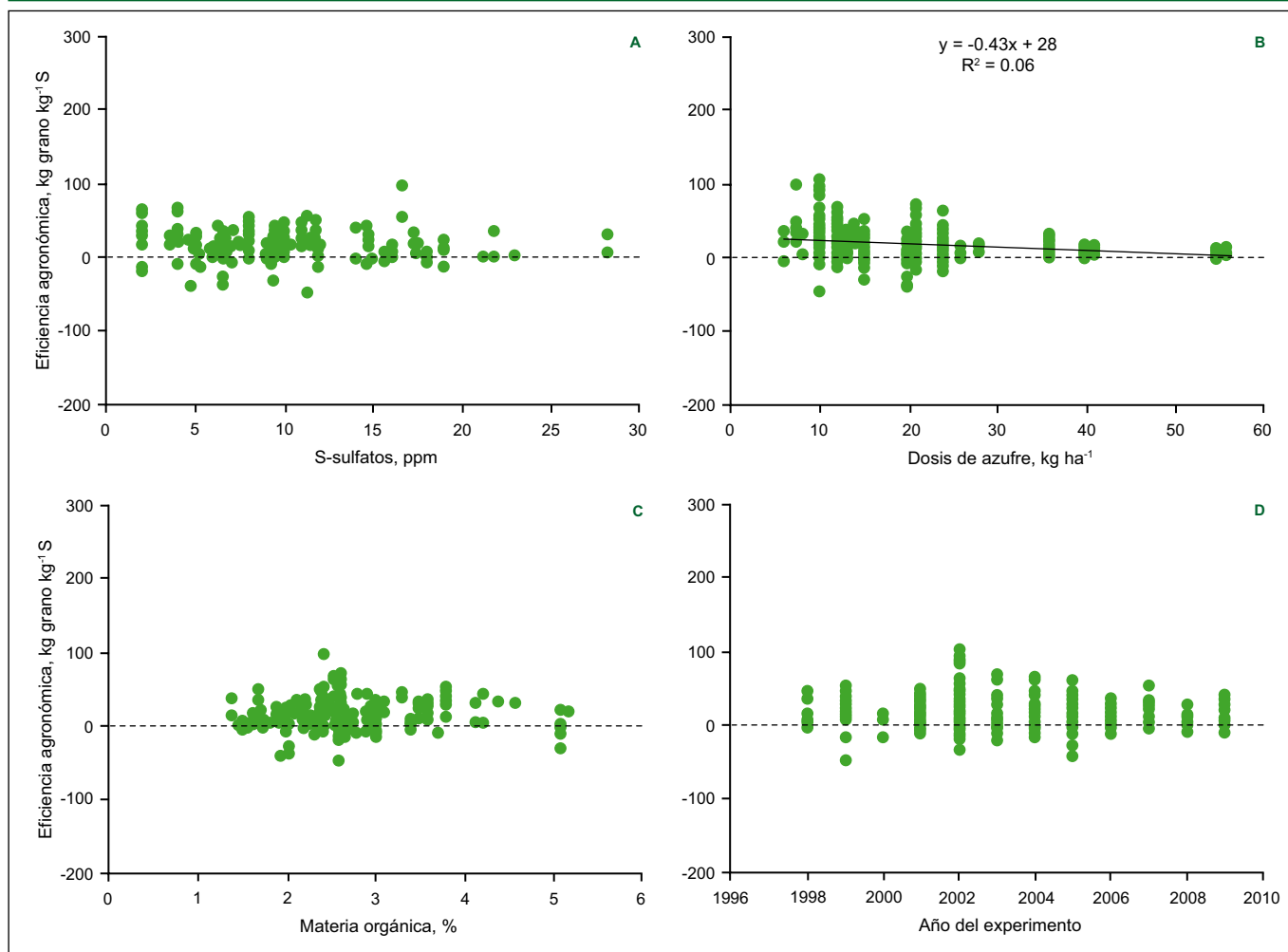


Figura 4. Eficiencia agronomica de la fertilización azufrada en soja en función del nivel de S-sulfatos del suelo (0-20 cm, A), la dosis de S-fertilizante (B), el contenido de materia orgánica edáfica (C) y el año de realización del experimento de fertilización (D). Círculos verdes corresponden a resultados de ensayos independientes.

También se detectó respuesta significativa a S en maíz, con intercepción mayor a cero y pendiente menor a 1 en la regresión de rendimiento fertilizado vs. testigo (**Figura 1**). Esto indicó que la respuesta a S fue mayor en sitios de rendimiento más bajo. La respuesta promedio fue de 715 kg grano ha⁻¹, con un rango de -1180 a +3750 kg grano ha⁻¹ (**Tabla 1**).

La respuesta a la fertilización y la eficiencia agronomica en soja de primera no difirió respecto de la de segunda. Tampoco se detectaron diferencias entre las respuestas y eficiencias de fertilizar el antecesor o la soja. Por ello, toda la información se integró para un análisis en conjunto. La pendiente de la recta de ajuste entre rendimiento con fertilizante y testigos fue menor de 1 y la intercepción de 0, indicando mayor respuesta a S en sitios de menor rendimiento (**Figura 1**). La respuesta promedio a la fertilización en soja fue de 348 kg grano ha⁻¹, variando de -800 a +555 kg grano ha⁻¹ (**Tabla 1**). Para dosis promedio similares, que rondaron los 20 kg S ha⁻¹, el maíz logró eficiencias agronomicas que duplicaron los promedios de trigo y soja (**Tabla 1**).

Para ninguno de los cultivos se pudieron establecer relaciones predictivas de la eficiencia agronomica con el nivel de S-sulfatos del suelo, el de MO o el año en que

se realizó la experimentación (**Figuras 2, 3 y 4**). Solo la dosis de azufre aplicada mostró efectos claros sobre la eficiencia agronomica, siendo la eficiencia menor a mayor dosis. Los ajustes logrados fueron significativos pero con bajo coeficiente de determinación (R²), por lo que carecen de valor predictivo. Las estimaciones de respuesta esperada y eficiencia agronomica solo pueden hacerse, con la información disponible, sobre la base de los promedios reportados en la **Tabla 1**.

Para el periodo 2004-2011, la relación de precios promedio del S-sulfato de calcio y el valor de los granos de trigo, maíz y soja fue de 9, 10 y 5 kg grano kg⁻¹ S, respectivamente (**Figura 5**). Comparando estas relaciones de precios promedio con las eficiencias agronomicas promedio de la fertilización azufrada (**Tabla 1**), resulta económicamente conveniente la aplicación de S en los tres cultivos en la región pampeana.

Consideraciones finales

Existe respuesta generalizada de los cultivos de trigo, maíz y soja a la fertilización azufrada en la región pampeana argentina. Esta respuesta no puede predecirse por el momento usando variables de sitio pero tiende a decrecer con la dosis aplicada. La eficiencia agronomica

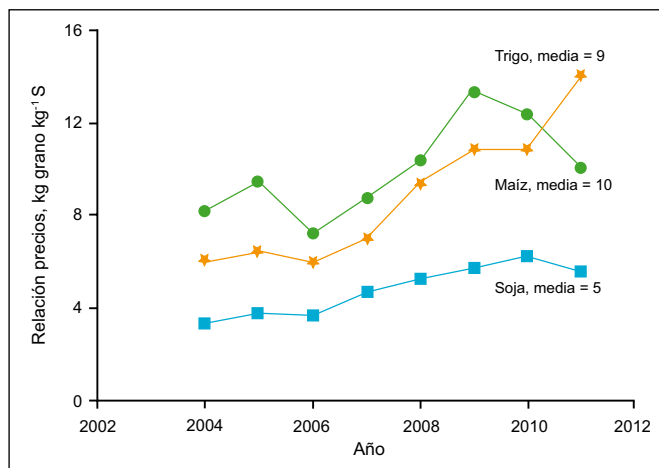


Figura 5. Relaciones de precios entre S de sulfato de calcio y granos para el período 2004/11. Al precio del fertilizante se le sumó un 10% en concepto de interés y al valor del grano se descontó 25% en trigo y soja, y 30% en maíz en concepto de gastos por secado, flete y comercialización. Fuente de precios: Agromercado (2004/11), Márgenes Agropecuarios (2011) y Bolsa de Cereales (2011).

en maíz es mucho más alta que en trigo y soja. Para dosis de 20 kg S ha⁻¹, las respuestas son altamente rentables en los tres cultivos. Cuando se aplican dosis mayores a 30 kg S ha⁻¹, la eficiencia agronómica de la aplicación de S cae marcadamente y la respuesta puede dejar de ser rentable en función de la relación de precios del año, especialmente en trigo y soja.

Agradecimientos

Este trabajo fue subsidiado por la Universidad de Buenos Aires (G004 and G033), CONICET (PIP 02050 y PIP 02608) y FONCYT (PID-BID 37164 - 49).

Bibliografía

Abeledo, L., C. Mignone, y M. Daniel. 2008. VII Congreso Nacional de Trigo, V Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño Invernal. Actas en CD.

Agromercado. 2011. www.agromercado.com.ar/?economico.

Álvarez, R., P. Prystupa, M. Rodríguez, y C. Álvarez. 2013. Fertilización de cultivos de granos y pasturas. Diagnóstico y recomendación en la Región Pampeana. Editorial Facultad de Agronomía-UBA, Segunda edición, 2013, 652 p.

Álvarez, R., H.S. Steinbach, S.V. Irrazabal, R. Salazar, G. Plet, N. Munafó, I. Sojo, A. Costa, I. Jaca, A. Toneloto, C. Mesquida, T. Perearnau, M. Zeballos, T. Berhongaray, T. Wulfsohn, J.P. Forcat, R. González Chavez, J.A. Marzilio, M. Reales, y T. Nolting. 2008. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas publicadas en CD. AACs.

Arens, O., M. Ron, y T. Loewy. 2008. VII Congreso Nacional de trigo. Actas en CD.

Barraco, M., M. Díaz-Zorita, C. Brambilla, C. Álvarez, y C. Scianca. 2009. Ciencia del Suelo, 27:217-224.

Bergh, R.G. 2005. http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/agricultura/carpeta_cos_fina/redazufre59.pdf.

Bergh, R.G., H.J. Forján, M.L. Seghezzo, y E.R. Molfese. 2006. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Salta Jujuy. Actas en CD.

Bianchini, A., M. Ambrogio, S. Lorenzatti, y F.O. García. 2002. Simposio Jornadas de actualización técnica para profesionales Fertilidad 2002, INPOFOS, 31-36.

Bianchini, A., A.S. Begnis, D. Peruzzi, M.E. Magnelli, S. Lorenzatti, J. Rabasa, y F.O. García. 2007. Simposio Fertilidad 2007. IPNI-Fertilizar Asociación Civil: 28-34.

Boga, L. 2010. IPNI. Informaciones Agronómicas No. 47:10-12.

Bolsa de cereales. 2011. <http://www.bcr.com.ar/Pages/Granos/Cotizaciones/default.aspx>

Calviño, P.A., H.E. Echeverría, H.R. Sainz Rozas, y R. Redolatti. 2001. V Congreso Nacional de Trigo. Publicado en actas.

Capurro, J.E., C. Fiorito, M.C. González, E. Casasola, A. Zazzarini, J. Andriani, y A. Vernizzi. 2008a. Maíz- Para mejorar la producción 338- INTA Oliveros, 56-61. <http://www.inta.gov.ar/oliveros/info/documentos/maiz/maiz08%2004.pdf>

Capurro, J.E., C. Fiorito, M.C. González, y R. Pagani. 2001. INPOFOS. Informaciones Agronómicas No. 11:13-14.

Capurro, J.E., J.M. Monti, y C. González. 2005a. Para mejorar la producción No. 28-INTA EEA Oliveros, <http://www.inta.gov.ar/oliveros/info/informacion.htm>.

Capurro, J.E., J.M. Monti, y C. González. 2008b. Revista Trigo. Para mejorar la producción No. 37-INTA EEA Oliveros, <http://www.inta.gov.ar/oliveros/info/informacion.htm>.

Capurro, J.E., R. Pagani, J.M. Monti, C. Florito, y C. González. 2005b. Revista Trigo. Para mejorar la producción No. 28-INTA EEA Oliveros, <http://www.inta.gov.ar/oliveros/info/informacion.htm>.

Capurro, J.E., A. Zarini, y C. González. 2005c. Revista Trigo. Para mejorar la producción No. 31-INTA EEA Oliveros, <http://www.inta.gov.ar/oliveros/info/informacion.htm>.

Carta, H., L.A. Ventimiglia, y S.N. Rillo. 2000. Revista de tecnología agropecuaria-INTA Pergamino, IV No. 14:32-34.

Castellarín, J.M., H.M. Pedrol, D. Dignani, F. Ferraguti, y F. Salvagioti. 2009. Revista Trigo. Para mejorar la producción No. 40 INTA EEA Oliveros, 45-52. <http://www.inta.gov.ar/oliveros/info/informacion.htm>.

Castillo, C., G. Espósito, y R. Balboa. 2006. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas en CD.

Caviglia, O.P., O.F. Paparotti, y P.A. Barbagelata. 2000. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 2000. Actas en CD.

Cicore, P.L., H.R. Sainz Rozas, H.E. Echeverría, y P.A. Barbieri. 2005. RIA, 34:57-74.

Cordone, G., F. Martínez, J.E. Capurro, y R. Abrate. 2001. Actas VII Congreso Nacional de Maíz. AIANBA.

- Echeverría, H., N. Reussi Calvo, A. Pagani, e I. Fernández. 2011. Simposio Fertilidad 2011. La fertilidad de los cultivos integrada al sistema de producción, IPNI-Fertilizar AC, 98-107.
- Echeverría, H.E. 2002. EEAB Boletín técnico No. 156, 19 p.
- Espósito, G., C. Castillo, G. Balboa, y R. Balboa. 2009. IPNI. Informaciones Agronómicas No. 43:16-18.
- Fernández, R., J. Galantini, M.R. Landriscini, A. Marinissen, y E. Mario. 2004a. IV Simposio Nacional de Siembra otoño – invernal. Actas en CD.
- Fernández, R., J. Galantini, M.R. Landriscini, y R.A. Rosell. 2004b. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas en CD.
- Fernández, R., J. Galantini, y M.R. Landriscini. 2005. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas en CD.
- Ferraris, G., L. Courerot, R. Falconi, P. Traficante, F.H. Gutiérrez Boem, y P. Prystupa. 2004a. Revista de Tecnología Agropecuaria, INTA Pergamino, 28:22-26.
- Ferraris, G., N. González, y A. Rivoltella. 2003. Revista de Tecnología Agropecuaria-INTA Pergamino, III No. 24:10-13.
- Ferraris, G., F.H. Gutiérrez Boem, P. Prystupa, F. Salvagiotti, y L. Couretot. 2005. Proyecto Regional agrícola. Desarrollo Rural INTA Pergamino. http://www.inta.gov.ar/pergamino/info/documentos/ext06/Inf_redM_SFertilizar05.pdf.
- Ferraris, G, y F. Mousegne. 2011. <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilización-Maiz-Deficiencias-Buenos-Aires.pdf>.
- Ferraris, G., F. Salvagiotti, P. Prystupa, y F.H. Gutierrez Boem. 2004b. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas publicadas en CD.
- Ferraris, G., M. Ferrari, y J. Ostojic. 2001. Revista Tecnología Agropecuaria INTA Pergamino, 18:16-19.
- Fontanetto, H. 2004. Simposio de Fertilidad 2004. Fertilidad de suelos para una Agricultura sustentable. INPOFOS, 19-28.
- Fontanetto, H., M. Díaz Zorita, y H. Vivas. 2004. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas publicadas en CD.
- Fontanetto, H., O. Keller, J. Albrecht, C. Negro, y L. Belotti. 2003a. INTA Rafaela Información técnica de trigo-Campaña 2003, 1-9. <http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.
- Fontanetto, H., O. Keller, J. Albrecht, D. Giailevra, C. Negro, L. Belotti. 2009. Simposio Fertilidad 2009. Mejoras prácticas de manejo para una mayor eficiencia en la nutrición de cultivos. IPNI-Fertilizar AC, 109-118.
- Fontanetto, H., O. Keller, J. Albrecht, C. Negro, L. Belotti, y D. Giailevra. 2008. INTA Rafaela. Publicación Miscelánea No. 109:35-43. <http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.
- Fontanetto, H., O. Keller, C. Negro, y L. Belotti. 2006. INPOFOS. Informaciones Agronómicas No. 31:9-10.
- Fontanetto, H., H. Vivas, O. Keller, R. Albrecht, J.L. Hotian, y J. Borsarelli. 2002. Jornadas de actualización técnica para profesionales "Fertilidad 2002". INPOFOS, 51-52.
- Fontanetto, H., H. Vivas, O. Keller, R. Albrecht, y J.L. Hotian. 2003b. INTA Rafaela. Publicación Miscelánea No. 100, 1-7. <http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.
- Funaro, D., R. Fernández, y A. Quiroga. 2004. Boletín de Divulgación Técnica No. 81:18-30.
- Galantini, J., M.R. Landiscini, R. Fernández, G. Minoldo, J. Cacchiarelli, y J.O. Iglesias. 2006. INPOFOS. Informaciones Agronómicas, No. 29:23-27.
- Gambaudo, S., M. Torres Dugan, y O. Quaino. 2006. INTA Rafaela. Publicación Miscelánea No. 105:44-48. <http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.
- García, F.O. 1999. Fósforo y azufre en el cultivo de maíz. INPOFOS. Informaciones Agronómicas No. 3:6-9.
- García F.O., M. Boxler, J. Minteguiaga, R. Pozzi, L. Firpo, I. Ciampitti, A. Correndo, F. Bauschen, A. Berardo, N. Reussi Calvo. 2010. La red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe. Resultados y conclusiones de los primeros diez años 2000-2009, AACREA, 2da edición, 62 p.
- Getdata Graph Digitizer 2.24. 2008. <http://getdata-graph-digitizer.com/>.
- González Montaner, J., y M. Dinápoli. 2002. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. AACs.
- González, N., O. Polidoro, E. Mieres, y G. Pagani. 2002. Revista de Tecnología Agropecuaria. Divulgación técnica del INTA Pergamino. Ediciones INTA, VII, 28-30.
- González, N., O. Polidoro, y A. Rivoltella. 2004. Revista de Tecnología Agropecuaria. Divulgación técnica del INTA Pergamino. Ediciones INTA. IX, 11-14.
- González, N., y O. Polidoro. 2001. Revista de Tecnología Agropecuaria. Divulgación técnica del INTA Pergamino. Ediciones INTA, VI, 11-12.
- Gutiérrez Boem, F.H., M.A. Young, y P. Prystupa. 2001. V Congreso Nacional de trigo. Publicado en actas.
- Gutiérrez Boem, F.H., F. Salvagiotti, G. Ferraris, A. Quiroga, M. Barraco, H.S. Vivas, P. Prystupa, y H.E. Echeverría. 2006. Proyecto Regional Agrícola. Centro Regional Buenos Aires Norte, Área de Desarrollo Rural. EEA Pergamino y Villegas, 156-162.
- Gutiérrez Boem, F.H., J.D. Scheiner, N. Capurro, y R.S. Lavado. 2000. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas publicadas en CD.
- IPNI (International Plant Nutrition Institute). 2013. Planilla Cálculo de Requerimientos Nutricionales en cultivos de cereales, oleaginosos, industriales y forrajeros. <http://lacs.ipni.net/topic/nutrient-requirements>.
- IRENE (Integrated Resources for Evaluating Numerical Estimates). 2001. A Software to Test Model Performance http://www.sipeaa.it/tools/IRENE/IRENE_ISMCS2001.pdf.
- Keller, O., y H. Fontanetto. 2003a. INTA Rafaela Información técnica de trigo, 1-3. <http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas/099/indice.htm>.
- Keller, O., y H. Fontanetto. 2003b. Publicación Miscelánea No. 10. <http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.

- Keller, O., y H. Fontanetto. 2004. INTA Rafaela. Publicación Miscelánea No. 101:39-41. <http://www.inta.gob.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.
- Keller, O., y H. Fontanetto. 2006. INTA Rafaela. Publicación Miscelánea No. 105:39-41. <http://www.inta.gob.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.
- Landriscini, M.R., y J. Galantini. 2001. Diagnostico V Congreso Nacional de trigo. Publicado en actas.
- Loewy, T., N. Salomon, y M.M. Ron. 2007. Simposio Fertilidad 2007. Base para el manejo de la Nutrición de los cultivos y los suelos. IPNI-Fertilizar AC, 119-122.
- Márgenes Agropecuarios. 2011. <http://www.margenes.com/estadistica/>.
- Masgrau, A., y R. Maich. 2008. VII Congreso Nacional de trigo. Actas en CD.
- Melchiori, R.J.M., O.P. Caviglia, y N. Faccendini. 2005. VIII Congreso Nacional de Maíz. Publicado en actas.
- Pagani, A., H.E. Echeverría, y H.R. Sainz Rozas. 2009. Ciencia del Suelo, 27:21-29.
- Pagani, A., y H.E. Echeverría. 2011. IPNI. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica No. 2:17-24.
- Pedrol, H., F. Salvagiotti, J. Castellarín, N. Trentino, J. Méndez, J. Capurro, J.C. Felizia, O. Gentili, A. Gargicevich, G. Prieto, D. Damen, y A. Gelin. 2001. VII Congreso Nacional de Maíz. Publicado en actas.
- Reussi Calvo, N., H.E. Echeverría, y H.R. Sainz Rozas. 2001. V Congreso Nacional de Trigo. Publicado en actas.
- Reussi Calvo, N., H.E. Echeverría, y H.R. Sainz Rozas. 2006a. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Salta. Actas en CD.
- Reussi Calvo, N., H.E. Echeverría, y H.R. Sainz Rozas. 2006b. Ciencia del Suelo 24:77-87.
- Reussi Calvo, N., H.E. Echeverría, y H.R. Sainz Rozas. 2008. Ciencia del Suelo, 26:161-167.
- Reussi Calvo, N., H.E. Echeverría, y H.R. Sainz Rozas. 2010. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Rosario. En CD.
- Rivero, E., F. Fontan, L. Brutti, S. Quiroga, y E. Schoningh. 2000. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas publicadas en CD.
- Rodriguez, M.B., D. Altube, P. Prystupa, F.H. Gutierrez Boem, J. Scheiner, y R.S. Lavado. 2002. XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas publicadas en CD.
- Rossi, M., y S. Gambaudo. 2008. VII Congreso nacional de Trigo. Simposio Nacional de cereales de siembra otoño invernal. MF 39.
- Salomón, N., T. Loewy, H.E. Echeverría, R. Bergh, y R. Miranda. 2007. Simposio Fertilidad 2007. Base para el manejo de la Nutrición de los cultivos y los suelos. IPNI. Fertilizar AC, 131-134.
- Salvagiotti, F., J. Castellarin, D.J. Miralles, y H.M. Pedrol. 2009. Field Crop Research, 113:170-177.
- Salvagiotti, F., G. Gerster, S. Bacigaluppo, J. Castellarín, C. Galarza, N. Gonzalez, V. Gudelj, O. Novello, H. Pedrol, y P. Vallone. 2004. Ciencia del suelo, 22:92-101.
- Salvagiotti, F., y D.J. Miralles. 2008. European J of Agronomy, 28, 282-290.
- Satorre, H.E., G.A. Tinghitella, y M. Ermácora. 2010. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas en CD.
- Thomas, A., M. Boxler, M.L. Alvarez De Toledo, A. Berardo, y F.O. García. 2002. Jornadas de actualización técnica para profesionales "Fertilidad 2002", 43-50.
- Tysko, M., y M.B. Rodríguez. 2006. Ciencia del suelo, 24:139-146.
- Ventimiglia L., Richmond P., Carta H., Rillo S. 2003. Revista de Tecnología Agropecuaria-INTA Pergamino, III No. 23:6-8.
- Ventimiglia, L.A., L. Torrens Baudrix, y J. Camarasa. 2008. Proyecto Regional Agrícola y Ganadero. Centro regional Buenos Aires Norte. EEA Pergamino Agencia extensión Rural 9 de Julio. <http://www.inta.gov.ar/PERGAMINO/actividad/aer/9dejulio/publi9.htm>.
- Ventimiglia, L.A., H.G. Carta, S.N. Rillo, y P.F. Richmond. 2004. Divulgación Técnica del INTA Pergamino, IX, 40-42.
- Ventimiglia, L.A., H.G. Carta, y S.N. Rillo. 2000. Revista de Tecnología Agropecuaria, INTA Pergamino, 15-17.
- Vivas, H. 2005. Publicación Miscelánea No. 104:66-71.
- Vivas, H., R. Albrecht, H. Fontanetto, y J.L. Hotian. 2003. <http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.
- Vivas, H., R. Albrecht, y J.L. Hotian. 2005. Publicación Miscelánea No. 103:27-30, <http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.
- Vivas, H., R. Albrecht, J.L. Hotián, y L. Gastaldi. 2007a. Residualidad del fósforo y del azufre. Estrategia de fertilización en una secuencia de cultivos. INPOFOS. Informaciones Agronómicas del Cono Sur No. 42:11-16.
- Vivas, H., R. Albrecht, A. Oliveira Ferreira, y J.L. Hotián. 2007b. INTA Rafaela. Publicación miscelánea No. 107:109-118.
- Vivas, H., N. Vera Candioti, y R. Albrecht. 2009. INTA Rafaela. Publicación Miscelánea No. 113:38-46. En: <http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.
- Vivas, H., N. Vera Candioti, R. Albrecht, L. Martins, y J.L. Hotián. 2011. IPNI. Informaciones Agronómicas No. 1:17-21.
- Vivas, H., R. Albrecht, N. Vera Candioti, y J.L. Hotián. 2008. INTA Rafaela. Publicación Miscelánea No. 112:108-118. <http://www.inta.gob.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.
- Vivas, H., y H. Fontanetto. 2003. INTA Rafaela. Publicación Miscelánea No. 100:1-6.
- Vivas, H., N. Vera Candioti, R. Albrecht, L. Martins, y J.L. Hotián. 2010. INTA Rafaela. Publicación Miscelánea No. 118:109-118. <http://www.inta.gob.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>.
- Vivas, H., N. Vera Candioti, R. Albrecht, y J.L. Hotián. 2009b. INTA Rafaela. Publicación Miscelánea No. 115:57-65. <http://www.inta.gob.ar/rafaela/info/documentos/miscelaneas>. ❖