

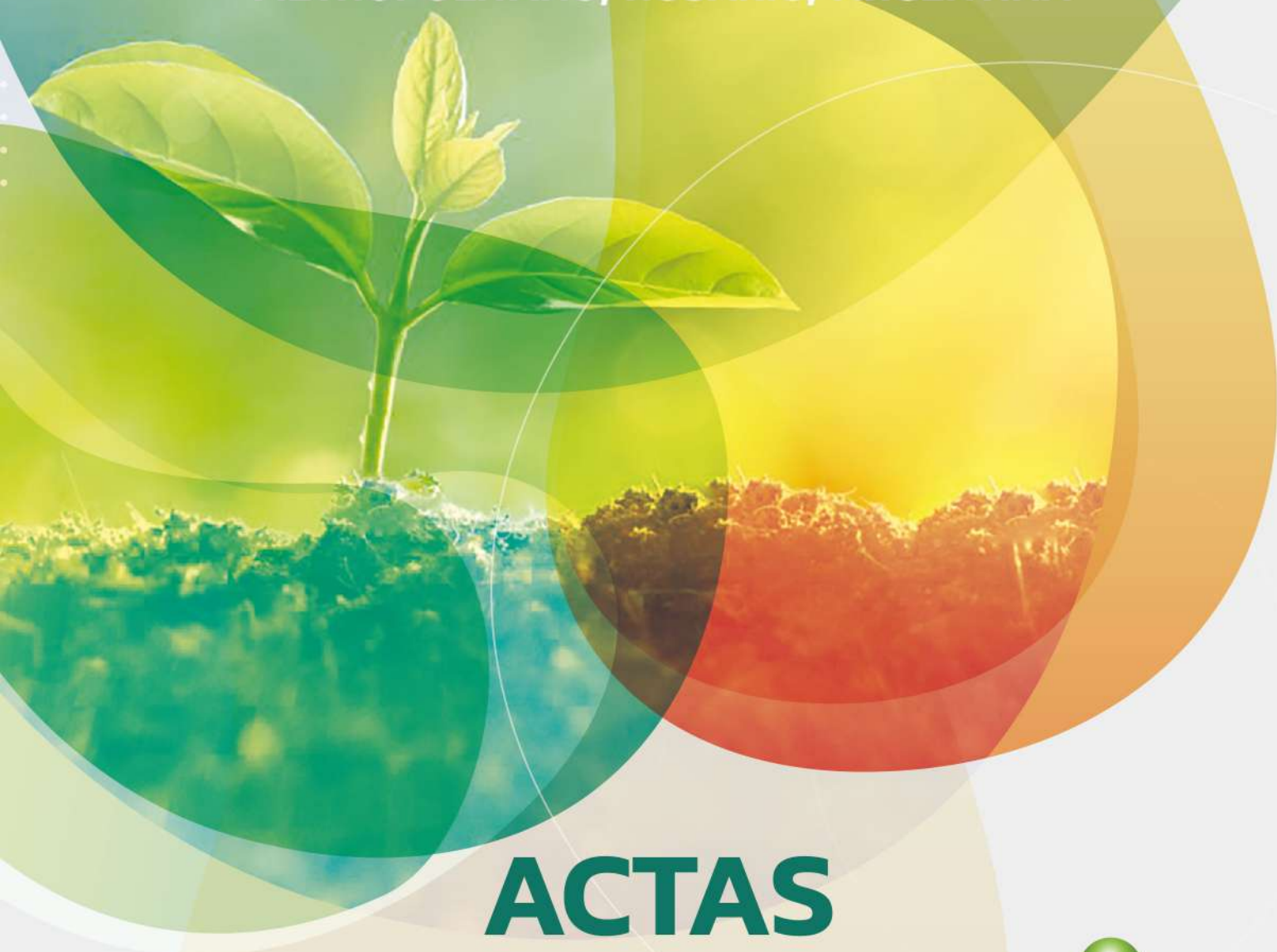


Simposio **Fertilidad 2023**

AL GRAN SUELO ARGENTINO ¡SALUD!

10 Y 11 DE MAYO 2023

METROPOLITANO, ROSARIO, ARGENTINA



ACTAS

www.fertilizar.org.ar



FERTILIZAR
ASOCIACION CIVIL

Manejo de la fertilización en cultivos de granos en la Región de La Pampa arenosa

Mirian Barraco

barraco.miriam@inta.gob.ar

La región de la Pampa Arenosa cubre una superficie de aproximadamente 54.980 km² en el área central de Argentina, abarcando el noroeste de Buenos Aires, noreste de La Pampa y los extremos, sudeste de Córdoba y Sudoeste de Santa Fe. Es una extensa llanura, con escasa pendiente en sentido oeste-este, donde predominan consociaciones de suelos de diferente aptitud productiva. Los ambientes de mayor productividad se manejan bajo agricultura continua desde mediados de la década del 90 con predominio de trigo como cultivo de invierno y soja, maíz y en menor proporción girasol como cultivos estivales. Los suelos son predominantemente Molisoles, de texturas superficiales arenosas a franco arenosas, con moderada capacidad de almacenaje de agua, alta permeabilidad, y con bajos a medios contenidos de materia orgánica (MO).

La intensificación de la agricultura y la falta de rotaciones con pasturas perennes han producido una disminución de los niveles de carbono de los suelos al igual que en el resto de la región pampeana y disminuciones significativas de algunos nutrientes como fósforo (P), calcio (Ca), zinc (Zn), entre otros y una disminución de valores de pH (Sainz Rosas et al., 2013 y 2019).

El monitoreo de los valores de pH, contenidos de MO y principales nutrientes resulta clave para el adecuado diagnóstico de la nutrición en los principales cultivos de la región. Por ejemplo, en el caso de P un relevamiento de 1010 lotes agrícolas entre las campañas 2019-2022 mostró que el 90% de las muestras evaluadas se encuentran por debajo de los umbrales de trigo y maíz y un 60% por debajo de los umbrales para el cultivo de soja (Figura 1), (Barraco y col. inédito), siendo este nutriente junto con el N los que mayormente limitan la productividad de los cultivos.

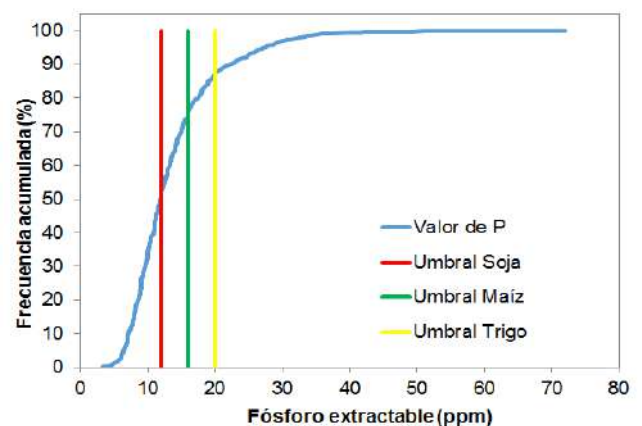


Figura 1. Distribución de frecuencia acumulada de los contenidos de fósforo extractable de suelos en la Pampa Arenosa, (n=1010 muestras).

Con respecto al azufre (S), dado las texturas arenosas y los contenidos de MO, en general los valores son bajos, aunque las respuestas a su agregado resultan menos frecuentes. En algunos casos la presencia de napas cercanas con sales con S provee cantidades suficientes, por lo que resulta de interés sumar este indicador al manejo nutricional de los cultivos. Con respecto al contenido de Zn la disponibilidad media es de alrededor de 1 ppm, con valores entre 0,7 y 2 ppm, por lo que resulta necesario su cuantificación en los primeros 20 cm de suelo.

A continuación, se discuten los aspectos más significativos relacionados al manejo de la fertilización en los principales cultivos de la región.

Trigo

En ausencia de limitantes hídricos, el N constituye el principal nutriente limitante para la normal producción del cultivo. El ajuste de las necesidades de fertilización

nitrogenada se basa en la evaluación de la oferta de N de nitratos determinada previo a la siembra mediante el muestreo de los primeros 40 cm de profundidad. El N objetivo ($N_{\text{suelo}} + N_{\text{del fertilizante}}$) se estima según el “rendimiento alcanzable” definido por la productividad del ambiente (tipo y espesor de suelo, contenidos de arena y/o MO) y los pronósticos climáticos. En ambientes de alta productividad el N objetivo varía entre 150-170 kg N/ha, mientras que en sitios con rendimientos menores el umbral se encuentra entre los 100-120 kg N/ha. Estudios recientes sugieren que la incorporación de un indicador adicional como el N anaeróbico podría contribuir a la mejora de la caracterización del potencial productivo de los ambientes y mejorar el ajuste de las necesidades de fertilización. Las aplicaciones fraccionadas de N, en general, no conducen a mayores rendimientos con respecto a la fertilización completa en el momento de la siembra, pero permiten incrementos en los contenidos de proteínas de los granos (Barraco y col., 2008). Dada la escasa probabilidad de precipitaciones durante el período invernal es recomendable la aplicación de N en los primeros estadios del cultivo (hasta inicio de macollaje). Recientemente se ha incrementado el uso de maquinarias que permiten la incorporación de N previo a la siembra, lo cual favorece su utilización en años de escasas precipitaciones.

En lo que respecta a P, estudios desarrollados en suelos Hapludoles Típicos y Énticos muestran una respuesta media al agregado de P de un 13%, con una eficiencia media de uso de 22 kg grano kg P aplicado⁻¹ para dosis de entre 20 y 24 kg de P ha⁻¹ (Alvarez & Barraco, 2017). La fertilización con P en cereales de invierno permite el uso de mayores dosis de fertilizante y resulta clave en sistemas con niveles muy bajos de este nutriente que requieren de estrategias de reconstrucción.

La respuesta al agregado de S es más errática (30-40% de los sitios evaluados) y de menor magnitud con respecto a N y P (3,4%), observándose en los sitios deficientes respuestas adicionales en el cultivo de soja de segunda. El agregado de S generalmente se realiza en mezclas con P en fertilizantes arrancadores al momento de la siembra y/o se puede complementar con la aplicación de N en los primeros estadios de los cultivos.

En ausencia de otros nutrientes limitantes, la fertilización con cloruro de potasio (dosis de 100 a 150 kg ha⁻¹) permite incrementos en los rendimientos de trigo del

orden del 5% sobre el control sin fertilización en el 60% de los ensayos evaluados (Díaz-Zorita y col. 2007).

Maíz

Actualmente el cultivo de maíz se siembra en fechas tempranas y tardías en proporciones casi equivalentes y es muy baja la participación de siembras de segunda sobre cultivos de trigo o cebada. Con respecto a las siembras tempranas los antecesores más frecuentes son soja de primera y de segunda, mientras que en cultivos de siembra tardía los principales antecesores son soja o cultivos de cobertura (CC), lo que dependiendo de la especie utilizada condiciona significativamente la disponibilidad de algunos nutrientes como N.

En siembras tempranas los suelos presentan bajos contenidos N, como consecuencia de sus texturas arenosas, sumado a escasas precipitaciones y bajas temperaturas durante los meses de barbecho (mayo a setiembre). Algunos estudios bajo condiciones de moderadas precipitaciones primavera-estivales muestran eficiencias de uso de N similares según diferentes momentos de aplicación (siembra versus estadios de V4-V6 de los cultivos); sin embargo, los niveles de N en el suelo previo a la siembra no se relacionan con los niveles de respuesta del cultivo de maíz a la fertilización nitrogenada, requiriéndose de la inclusión de otras estimaciones para su predicción (Barraco y Díaz-Zorita, 2005). El contenido de N de nitrato (0 a 60 cm) en el estadio de V6 de los cultivos ha resultado en una herramienta útil para discriminar entre sitios con diferente probabilidad de respuesta. Un estudio que recopiló los resultados de 38 ensayos realizados entre 2001 y 2012 mostró un umbral ($N_{\text{suelo}} + N_{\text{del fertilizante}}$) de 157 kg N ha⁻¹, con eficiencias de uso de N de 30,5, 23,0 y 20,5 kg de grano kg de N aplicado⁻¹ para dosis de fertilización menores a 50, entre 50 y 100 y mayores de 100 kg de N ha⁻¹, respectivamente (Barraco et al., 2016). Evaluaciones más recientes, desarrolladas en sitios con más de 25 años de agricultura continua muestran umbrales superiores, indicando la necesidad de ajustar herramientas de diagnóstico bajo las actuales condiciones de producción (Figuras 2), (Girón et al., 2020). En estos trabajos se analiza la interacción N * Densidad de siembra observándose una mayor contribución del ajuste de N a la mejora de los rendimientos por sobre la selección del número de plantas.

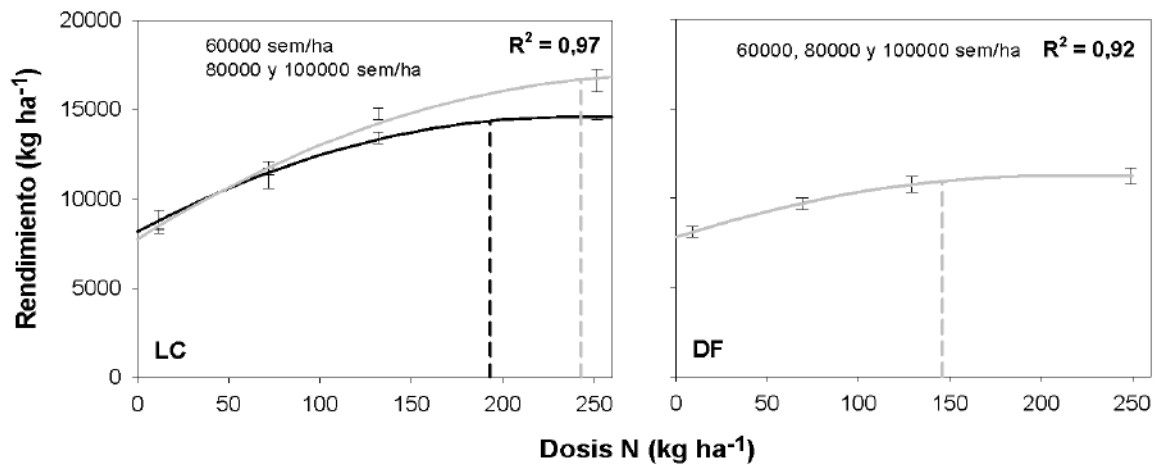


Figura 2. Relación entre dosis de N y rendimiento de maíz según diferentes densidades de siembra en dos sitios de la Pampa Arenosa.

En siembras tardías los contenidos de N de nitratos resultan variables no solo por la calidad de los sitios, sino también en función del cultivo antecesor. Generalmente lotes con antecesor soja (barbecho de 6 a 8 meses) o sobre vicia como CC muestran mayores contenidos de N y menor respuesta a la fertilización, mientras que lotes con gramíneas como CC o mezclas de leguminosas y gramíneas pueden presentar inmovilización y requieren del agregado de mayores dosis de N (Figura 3), (Barraco et al., 2022).

En cuanto al agregado de P resultados de varios estudios muestran una eficiencia de uso de P (EUP) promedio de 80 kg grano kg P aplicado⁻¹, con una respuesta promedio del 17% de aumento respecto de los testigos sin P, mientras que en S la respuesta media a su agregado fue en promedio de 3,6%. De manera similar al trigo la fertilización con S se realiza en mezclas en fertilizantes arrancadores o junto al N en aplicado postergadas de N.

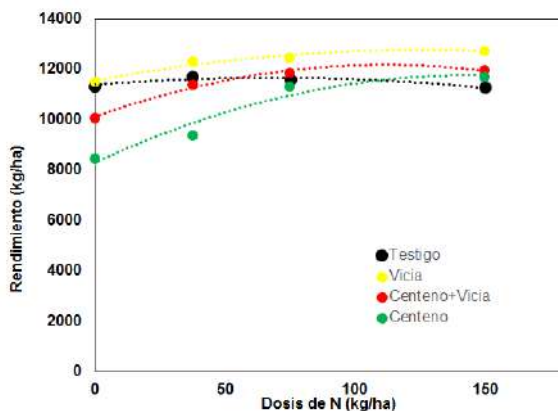


Figura 3: Rendimientos de maíz según especies de cultivos de cobertura y dosis de nitrógeno (N).

Si bien en Zn se observaron resultados similares con aplicaciones realizadas al momento de la siembra o en estadios de V6, es más frecuente su uso en fertilizantes mezclas arrancadores.

Soja

El N es indiscutiblemente un elemento cuyos aportes desde el suelo son insuficientes para la normal producción de soja. Sin embargo, su demanda es cubierta eficientemente por la FBN en simbiosis con rizobios. Estudios locales muestran alta ocurrencia de sitios con respuestas a la inoculación alcanzando incrementos medios del 6,9%, con aportes de N por FBN de entre 48 a 64%, siendo mayores al incrementarse el crecimiento del cultivo y sus rendimientos.

Con respecto a P analizando una red de 15 ensayos se observó una respuesta media de un 6,1% (+ 229 kg ha⁻¹) y los rendimientos de los cultivos fertilizados fueron superiores a los no fertilizados en todo el rango de productividad evaluada (Barraco et al., 2020).

En otro estudio, considerando 2 secuencias de cultivos (soja continua y soja en rotación con cultivos de cobertura invernal) en un sitio con niveles de P inicial de 12,6 ppm, se observó la disminución en los valores del P bajo el manejo continuado sin fertilización durante 8 años alcanzando 7,8 ppm, mientras que, en ese período, el suelo bajo el manejo del cultivo con fertilización alcanzó una disponibilidad de 23,3 ppm. Otros estudios en ensayos de larga duración en la EEA General Villegas muestran que la inclusión de un cultivo de cobertura invernal con aportes de moderadas dosis de P contribuye a mejorar los balances de P en secuencias con alta participación de soja (Barraco, inédito).

En cuanto a la forma de aplicación de fertilizantes, dada la susceptibilidad de la soja a efectos fitotóxicos, es recomendable evitar la aplicación en contacto directo con las semillas, sobre todo en suelos de textura más arenosa. Estos riesgos son independientes de la fuente de fertilizante fosfatado y son mayores en condiciones de bajo contenido de humedad de los suelos (Girón y Barraco, 2022a). En base a esto, aconsejamos la aplicación separada de la línea de siembra (2-3 cm), el manejo de la oferta de P a partir de aplicaciones de este elemento en otros cultivos de la rotación o de aplicaciones al voleo anticipadas a la siembra del cultivo.

Tal como se observa en otras áreas de la región pampeana, en el noroeste de Buenos Aires en los suelos agrícolas se redujeron los niveles extractables de Ca y de Mg como resultado de la intensificación productiva sin reposición de estos elementos. Estudios preliminares muestran una tendencia a moderadas mejoras en los rendimientos de soja con aplicaciones foliares de calcio en estados reproductivos (R3), (Barraco et al., 2020). Además, en un Hapludol típico representativo de sitios agrícolas en producción, la aplicación de enmiendas básicas tales como calcita y dolomita en dosis de 1000 kg ha⁻¹ aplicadas en superficie un mes antes de la siembra de soja aumentaron 10% la concentración de Ca intercambiable del suelo y 17% los rendimientos de soja (Girón et al., 2016).

Un estudio reciente en un cultivo de soja sembrado sobre un centeno de cobertura, mostró un incremento del 16% en los rendimientos cuando se adicionaron en forma conjunta P, S y Boro, indicando la importancia de una adecuada nutrición balanceada (Girón & Barraco, 2022b).

Comentarios Finales

La intensificación de los actuales sistemas de producción no solo contribuye a una mejora de los rendimientos de los cultivos en la región, sino también va acompañada de una mayor extracción de nutrientes.

La generalizada deficiencia de P con un 25% de lotes con contenidos menores a 9 ppm alerta sobre la necesidad de incrementar el aporte de este nutriente. Dada la mayor tolerancia a la aplicación incorporada de dosis mayores de fertilizantes en cereales de invierno sería recomendable su uso en estos cultivos, dado que aplicaciones al voleo resultan menos eficientes en el corto plazo.

Por otro lado, el descenso de los valores de pH de los suelos y una disminución de otros nutrientes como Ca, Mg, B y Zinc en algunos sectores de la región hace necesario intensificar su monitoreo y evaluar su contribución con respecto a aplicaciones de base con N, P y S.

Referencias

- Alvarez, C; Barraco, M. 2017. Capítulo 10. Manejo del cultivo de trigo en diferentes regiones. 10 c, Noroeste de Buenos Aires y este de La Pampa. En G. Divito y F. García (e.). Manual del Cultivo de Trigo. 1a ed. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Acassuso, Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-987-46277-3-5. pp.130-135.
- Barraco, M; C. Alvarez; P. Girón; M. Aguirre. 2022. Impacto del manejo de cultivos de cobertura sobre la productividad de maíz tardío. XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 15 al 18 de noviembre de 2022. Buenos Aires, Argentina.
- Barraco, M; Díaz-Zorita, M; Miranda, W; Álvarez, C. 2016. Fertilización con N, P y S en la Pampa Arenosa. Revista Horizonte A, Magazine de las Ciencias Agrarias y los Agronegocios. Especial Maíz. Año 12. N°81. pp 14-18.
- Barraco M, M. Díaz-Zorita, C. Álvarez, C. Scianca. 2008. Fraccionamiento de nitrógeno en cultivos de trigo de la región de la pampa arenosa. VII Congreso Nacional de trigo, V Simposio Nacional de Cereales de siembra otoño-invernal, I Encuentro del MERCOSUR. 2 al 4 de julio de 2008. Santa Rosa, La Pampa.
- Barraco, M; Díaz-Zorita, M. 2005. Momento de fertilización nitrogenada de cultivos de maíz en Hapludoles Típicos. Revista Ciencia del Suelo. 23(2): 197-203.
- Barraco, M; Girón, P; Macchiavello, A; Díaz Zorita, M; Miranda W; Álvarez, C. 2020. Fertilización y rendimientos de soja en la Pampa Arenosa. Notas Agrícolas Pampeanas 2020. N°2. Pp 41-44.
- Díaz-Zorita, M; G. Duarte; M.V. Fernández Canigia y C. Brambilla. 2007. Uso de cloruro de potasio y producción de trigo en la pampa arenosa. Informaciones Agronómicas 34: 10-16
- Girón P & M. Barraco. 2022a. Cuáles son los factores que influyen en la fitotoxicidad por fertilizantes en soja y maíz. XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 15 al 18 de noviembre de 2022. Buenos Aires, Argentina.
- Girón P & M. Barraco. 2022b. Aumentos de rendimiento de soja. Fertilizamos? XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 15 al 18 de noviembre de 2022. Buenos Aires, Argentina.
- Girón; P; Barraco, M; Miranda, W; Scroffa, M; Lista, J; Courregues, B. 2020. Efecto de la densidad y la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de maíz. Memoria Técnica 2019-2020. Estación Experimental Agropecuaria General Villegas. 21-23.
- Girón, P; Macchiavello, A; Barraco, M; Ottaviano, C; Ferro, D; Vasquez, M. 2016. Aplicación de correctores básicos y fertilizantes cálcicos/magnésicos en el cultivo de soja. XXV Congreso Argentino de la Ciencia Del Suelo. Río Cuarto, Argentina. Del 27 de junio al 1 de julio de 2016.
- Sainz Rozas, H. R., M. Eyherabide, H.E. Echeverría, P.A. Barbieri, H.P. Angelini, G.E. Larrea, G.N. Ferraris, y M.R. Barraco. 2013. ¿Cuál es el estado de la fertilidad de los suelos argentinos? En Simposio Fertilidad 2013. Mayo de 2013. Rosario, Santa Fe. Argentina
- Sainz Rozas, HR; M Eyherabide; G Larrea; N Martínez Cuesta; H Angelini; N Reussi Calvo & N Wyngaard. 2019. Relevamiento y determinación de propiedades químicas en suelos de aptitud agrícola de la región pampeana. Simposio de fertilidad. FERTILIZAR. Rosario, 8 y 9 de mayo de 2019.



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL



FERTILIZAR.ORG.AR