



Evaluación agronómica de Calcio líquido en el cultivo de trigo. EEA INTA Manfredi, campaña 2015/2016.

La superficie sembrada con trigo (*Triticum aestivum* L.) en Argentina en la campaña 2015/16 fue de 3,4 millones de hectáreas, un 26% menos con respecto a la campaña anterior (BCR, 2016). La incertidumbre comercial en esta campaña fue el factor de mayor peso a la hora de decidir la siembra de trigo.

Si bien el aporte de la adecuada nutrición de cultivos a la productividad de los cultivos es altamente variable según la condición de sitio (suelo, cultivo, clima), a nivel mundial se reporta una contribución promedio del 40% al 70% (García y Gonzales Sanjuan, 2013). Experiencias realizadas en lotes de producción en la región pampeana central entre 2000 y 2009 (Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe -IPNI-ASP, García et al., 2010), muestran incrementos promedio de 7% a 90% en soja de primera, de 6% a 89% en soja de segunda, de 21% a 294% en trigo y de 19% a 87% en maíz, con fertilizaciones que incluyeron nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Sin embargo, a pesar de existir respuesta al agregado de nutrientes, Argentina es uno de los países con menores niveles de reposición de nutrientes, aplicando entre el 1 y 51 % de lo que se llevan los cultivos (Ghio, 2015). Esto se explicaría en parte por el costo de los fertilizantes en especial aquellos que provienen de fuentes finitas en el mundo como por ejemplo el P. Algunos parámetros “diagnóstico” sirven para ilustrar la situación descripta: el P extractable (P Bray) está disminuyendo a razón de 1 a 2 partes por millón (ppm o mg/kg) por año; la materia orgánica (MO) del área núcleo pampeana ha sufrido un descenso promedio de 0.5% en las últimas tres décadas, y el contenido de calcio (Ca) ha disminuido alrededor de un 50%. También se está registrando una acidificación creciente de los suelos, que se manifiesta por un descenso del pH entre media y una unidad (Casas, 2006).

De acuerdo a estudios realizados en la región pampeana, el origen de la acidez en los suelos con aptitud agrícola, se debería a la extracción diferencial de los nutrientes Ca y magnesio (Mg) de la capa arable por los cultivos realizados. Existen también otras causas que pueden determinar una acidez como ser el material de origen, la profundidad del suelo, las precipitaciones, la descomposición de la materia orgánica, la vegetación natural, o por el residuo ácido que dejan en el suelo los fertilizantes nitrogenados (Gambaudo, 2007). En estas situaciones se han informado respuestas por parte de numerosos cultivos a la aplicación de fertilizantes cálcicos y magnésicos

en condiciones experimentales, así como también a la aplicación de enmiendas básicas tendientes a neutralizar la acidez del suelo (Vázquez, 2014).

El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de un fertilizante líquido cálcico, elaborado con nano partículas, sobre la conservación y remediación de las propiedades químicas del suelo y la producción de trigo.

Materiales y métodos

El ensayo se implantó en el lote 20 de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi (Córdoba), sobre un suelo Haplustol éntico, serie Oncativo, durante la campaña agrícola 2015/2016. El cultivo antecesor fue soja de primera.

Se utilizó el diseño estadístico en bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones. La unidad experimental fueron parcelas de 20 m² (10 m de largo y 2 m de ancho). En pre-siembra del cultivo se realizó una caracterización inicial del sitio, para lo cual se realizó un muestreo de suelo a la profundidad 0-20 cm (Tabla 1). Además se determinó el contenido de humedad gravimétrica hasta una profundidad de 1,5 m a la siembra del cultivo.

Tabla 1: Parámetros químicos del suelo a la siembra del trigo. Campaña 2015/2016.

Prof.	CO	M.O.	Nt	N-NO ³	Pe	pH	C.E.
(cm)	(%)			(ppm)			(dS/cm)
0-20	1,32	2,27	0,12	15	16	6,58	1,08

Se sembró con tecnología de siembra directa la variedad de trigo Bionta 1005 el 11 de junio. Se utilizó una máquina Agrometal de 23 surcos espaciados a 0,175 m y la densidad fue de 160 kg/ha. En presiembra se fertilizó al voleo con 75 kg P₂O₅/ha (163 kg/ha de Superfosfato triple). En el período siembra-emergencia, se realizó la aplicación del fertilizante cálcico líquido, utilizando para ello una mochila de presión y caudal constante (2 bar y 130 l/ha). Se evaluaron 7 tratamientos (T):

T1: Testigo sin aplicación.

T2: Ca en dosis simple: 1,5 l/Ha de Ca.

T3: Ca en dosis doble: 3 l/Ha de Ca.

T4: Ca en dosis triple: 4,5 l/Ha de Ca.

T5: Ca/Mg en dosis simple: 1,5 l/Ha de dolomita (Ca/Mg)

T6: Ca/Mg en dosis doble: 3 l/Ha de dolomita (Ca/Mg)

T7: Ca/Mg en dosis triple: 4,5 l/Ha de dolomita (Ca/Mg)

En la Tabla 2 se expresan las precipitaciones registradas durante el ciclo de cultivo y los registros históricos para la EEA INTA Manfredi.

Tabla 2: Precipitaciones ocurridas en el período junio 2015 - diciembre 2015 y el período histórico 1931-2014 para la EEA Manfredi.

	Jn	Jl	A	S	O	N	D	Total
	-----mm-----							
Lluvia 2015	0	4,1	15,4	7,3	41,9	156	64	288,7
Serie histórica (1931-2014)	10	12	11	35	78	101	120	367
Dif. 2015- Serie histórica	-10	-7,9	4,4	-27,7	-36,1	55	-56	-78,3

Durante el ciclo del cultivo se realizaron monitoreos para evitar la incidencia en los resultados, de factores no deseados (malezas, insectos, enfermedades).

Al finalizar el ciclo del cultivo se realizó la cosecha mecánica utilizando una cosechadora automotriz de parcelas Wintersteiger sobre una superficie de 13,5 m²; luego el rendimiento fue expresado al 14 % de humedad. Además se determinó el peso de 1000 granos (P1000) y el peso hectolítrico (PH). Luego de la cosecha de trigo, se tomaron muestras de suelo (0-5 cm y 5-20 cm) para evaluar cambios en las propiedades químicas del suelo.

Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza, empleando para la comparación de medias el test de Tukey (LSD, $\alpha = 0,05$).

Resultados

El rendimiento del cultivo de trigo está fuertemente afectado por la disponibilidad de agua al momento de la siembra. La humedad acumulada en el perfil del suelo en ese momento fue de 205 mm, es decir, un 67% respecto a la máxima capacidad de almacenaje del suelo. Las precipitaciones durante el ciclo del cultivo fueron inferiores al promedio histórico (78,3 mm). Para suplir esta deficiencia hídrica, se aplicaron 276 mm de agua mediante riego complementario, que permitieron un excelente crecimiento y desarrollo de todas las etapas vegetativas y reproductivas del cultivo.

Los parámetros químicos del suelo al momento de la siembra fueron adecuados para la producción de trigo, excepto el contenido de N-NO³ (37,5 kg/ha). Los umbrales de requerimientos varían entre 120 a 180 kg de N/ha (entre lo suministrado por el suelo y lo agregado por los fertilizantes) para alcanzar rendimientos superiores a los 3.500 kg/ha con máximos de 7.000

kg/ha (Calvinho et al, 2002). En base a ello, se decidió la aplicación de 130 kg de N/ha en dos momentos (27/7 y 1/9). La fuente nitrogenada utilizada fue UAN.

El rendimiento de grano (kg/ha) al final del ciclo de cultivo con el tratamiento estadístico correspondiente se presenta en la Figura 1. No existieron diferencias significativas entre ninguno de los tratamiento evaluados, pero resultó evidente una producción inferior en la parcela testigo, respecto del resto. El rendimiento promedio del ensayo fue de 6.313 kg/ha con valores que van desde los 6.048 kg/ha hasta 6.614 kg/ha.

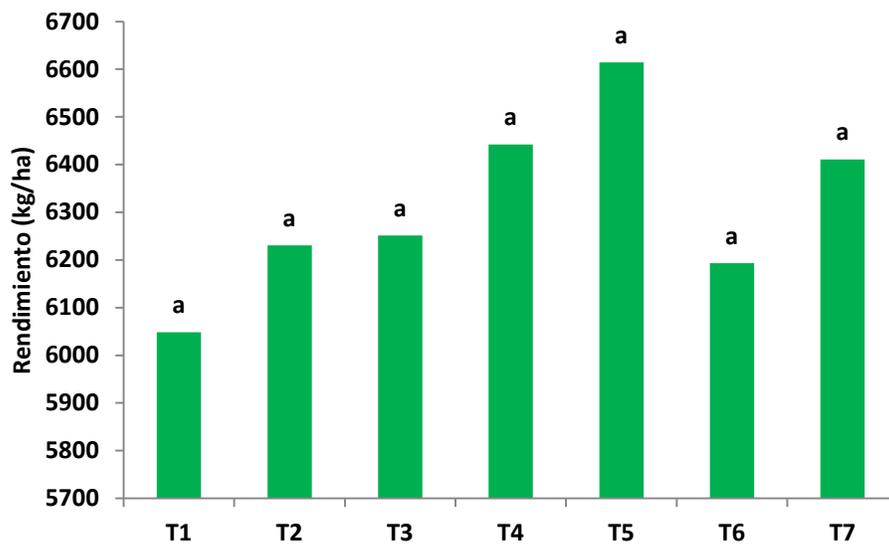


Figura 1: Rendimiento promedio (kg ha⁻¹) de los tratamientos evaluados.

El rendimiento del cultivo de trigo es producto del número de grano por unidad de superficie y el peso de los mismos. Sin embargo, el peso de granos es considerado un componente menos variable, que no alcanza a compensar las pérdidas de rendimiento debidas a una escasa fijación o cuaje de granos (Abbate et al., 2001). En el presente trabajo se evaluó el peso del grano mediante el P1000. No existen diferencias estadísticamente significativas para esta variable entre los tratamientos. Los tratamientos T4 y T7 evidencian un menor P1000, no obstante, ambos tratamientos compensaron su menor peso de grano con un mayor número de granos por unidad de superficie obteniendo así un buen rendimiento (6442 y 6411 kg/ha respectivamente).

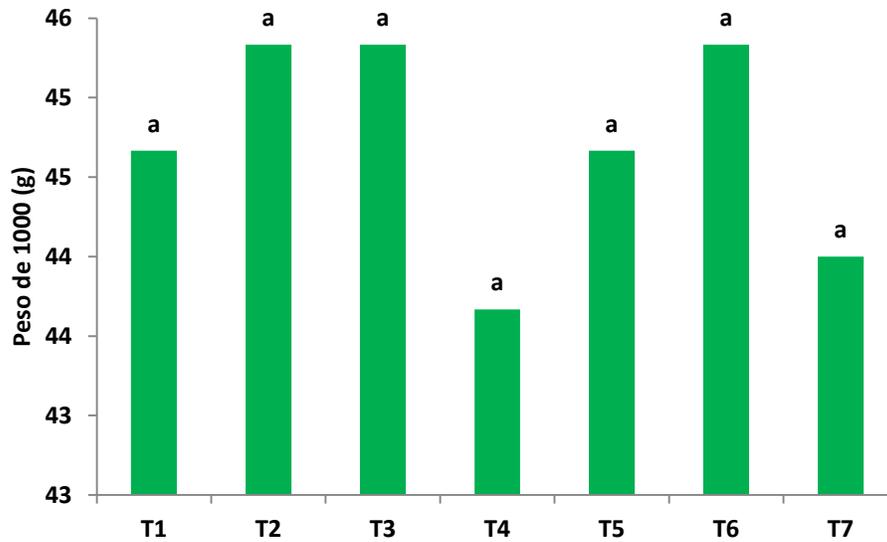


Figura 2: Peso de 1000 granos (P1000) promedio de los tratamientos evaluados.

En la Figura 3 se presentan los resultados de los análisis de calidad comercial del grano de trigo (PH), fijados por la Norma XX de comercialización de trigo pan. No existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, sin embargo los tratamientos T1 y T4, con menores valores de PH, se encuentran dentro del grado 2 de comercialización. El resto de los tratamientos, con valores iguales o superiores a 79 kg/hl, pertenecen al grado 1 de comercialización.

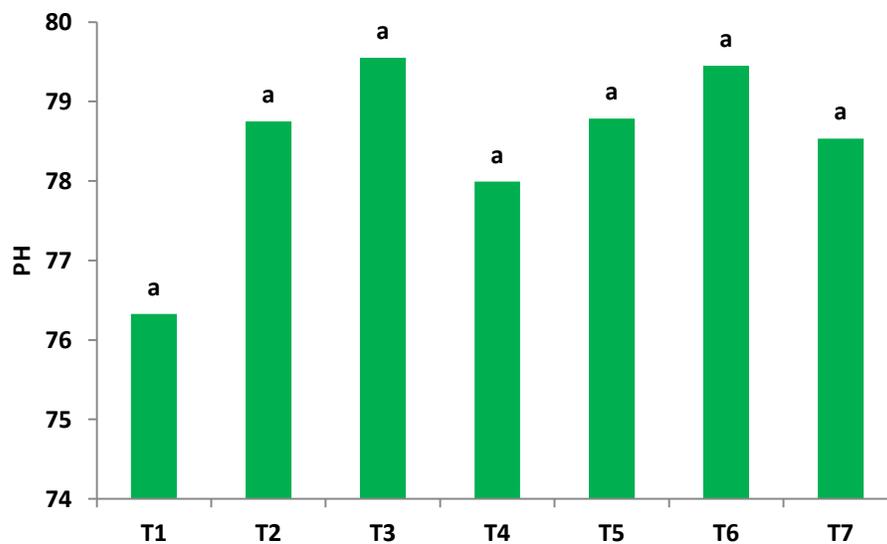


Figura 3: PH promedio de los tratamientos evaluados.

Los resultados del muestreo de suelo a la cosecha del cultivo, se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 3: Parámetros químicos del suelo a la cosecha del trigo. Campaña 2015/2016.

Determinación	Profundidad (cm)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
%MO (g/100 g suelo)	0 – 5	4,31	4,21	3,86	5,15	5,50	4,84	5,46
	5 – 20	1,59	1,67	1,74	2,36	2,83	2,22	2,18
%Nt (g/100 g suelo)	0 – 5	0,23	0,22	0,20	0,28	0,29	0,24	0,29
	5 – 20	0,08	0,09	0,10	0,13	0,15	0,12	0,12
Pe (ppm)	0 – 5	33	35	34	34	26	35	31
	5 – 20	13	16	16	17	19	17	16
pH	0 – 5	5,73	5,87	6,31	6,14	6,26	6,22	6,24
	5 – 20	6,43	6,53	6,7	6,57	6,46	6,55	6,67
CE	0 – 5	1,95	1,73	1,87	1,69	1,80	2,00	1,85
	5 – 20	2,10	1,79	1,96	1,79	1,75	1,95	1,78
Ca (cmol(+) kg ⁻¹)	0 – 5	10,70	10,20	12,00	10,80	10,65	11,50	11,05
	5 – 20	10,35	10,80	10,85	11,25	10,70	11,50	11,25
Mg (cmol(+) kg ⁻¹)	0 – 5	1,25	2,00	1,30	1,20	2,10	1,60	1,70
	5 – 20	1,65	2,00	1,85	1,60	2,40	2,00	2,10

Es evidente un incremento de la fertilidad potencial y actual en el estrato superior del suelo (0-5 cm). El efecto del fertilizante cálcico, se observó en los valores de Ph y CE del suelo. Se elevó el valor de pH en todas las parcelas respecto el testigo, tanto en superficie como en profundidad. Los valores de pH son ligeramente ácidos y no representan ningún problema para el desarrollo de los cultivos y la absorción de nutrientes. La CE de T6 en superficie fue superior a la testigo, el resto de los tratamientos, tanto en superficie como en profundidad, se encontraron por debajo del tratamiento testigo. La CE es baja en todo el lote y no ofrece inconveniente alguno para el desarrollo de los cultivos.

Debido a la ausencia del valor de CIC, no es posible determinar la concentración que ocupan los cationes Ca y Mg dentro del complejo de intercambio catiónico (CIC). Una vez que el laboratorio remite el resultado correspondiente, concluiremos acerca de la concentración de los mismos. La concentración deseada de Ca en el CIC se estima entre un 65 y 70%, mientras que para Mg, se aceptan, en términos generales, saturaciones de 6-12% respecto a la suma total de bases.

Consideraciones finales

La aplicación de fertilizantes líquidos en trigo es una alternativa cada vez más utilizada en los sistemas de producción de granos por la practicidad, eficiencia de distribución y ahorro del tiempo operativo.

El rendimiento medio del ensayo fue de 6.313 kg/ha. Esto indica unas excelentes condiciones de crecimiento y desarrollo del cultivo, en la campaña 2015-2016.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para las variables rendimiento, peso de mil y PH entre los tratamientos evaluados, lo que indicó que no hay efecto del fertilizante Ca líquido. De todas formas, resultó evidente una producción de grano superior en todas las parcelas con aplicación del fertilizante cálcico frente a la parcela testigo.

Tabla 3: Resumen del efecto de los tratamientos evaluados sobre los componentes del rendimiento del cultivo de trigo en la EEA Manfredi.

Tratamiento	Rendimiento (14%)	PH	Peso 1.000 granos
T1	6048	76	45
T2	6231	79	45
T3	6251	80	45
T4	6442	78	44
T5	6614	79	45
T6	6193	79	45
T7	6411	79	44

Bibliografía

Abbate, P.E., M.G. Cantarero, P. Bustamante, I. Urbinatti y L. Lázaro. 2001. Efecto del estrés hídrico en la determinación del peso por grano en trigo. V Congreso Nacional de Trigo y III Simposio de Cereales de Invierno, Villa Carlos Paz, Córdoba.

Calvinho, P., H. Echeverría y M. Redolatti. 2002. Diagnóstico de trigo con antecesor soja bajo siembra directa en el sudeste bonaerense. Ciencia del suelo 20: 36-42.

Casas, R.R. 2006. Preservar la calidad y salud de los suelos: Una oportunidad para la Argentina. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria; Anales: Tomo LX. Buenos Aires.

BCR, 2016. <https://www.bcr.com.ar/Pages/GEA/estimaProd.aspx?idInforme=526>

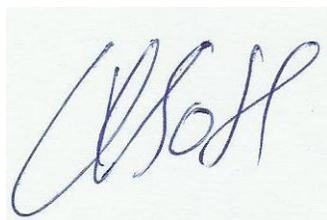
Gambaudo, S. 2007. Acidez edáfica. Revisión. INTA EEA Rafaela. Información Técnica de Cultivos de Verano. Campaña 2007. Publicación Miscelánea N° 108: 179-182.

Ghio, H. 2015. La fertilización y una visión empresaria de largo plazo. Simposio Fertilizar 2015. Nutriendo los Suelos para las Generaciones del Futuro. p. 79-83.

García, F., y M.F. González Sanjuan. 2013. La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes: ¿Cómo estamos? Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. 9:2-7. IPNI Cono Sur.

García, F., M. Boxler, J. Minteguiaga, R. Pozzi, L. Firpo, I. Ciampitti, A. Correndo, F. Bauschen, A. Berardo, y N. Reussi Calvo. 2010. La Red de Nutrición de la Región Crea Sur de Santa Fe: Resultados y conclusiones de los primeros diez años 200-2009. 2da. ed. AACREA. Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-987-1513-07-9. 64 p.

Vázquez, M.E. 2014. Pérdida de nutrientes básicos, sus consecuencias y posibilidades de tratamiento. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. II Reunión Nacional "Materia Orgánica y Sustancias Húmicas". Producción sustentable en ambientes frágiles.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'N. Sosa', is centered on a light green rectangular background.

Ing. Agr. MSc. Nicolás Sosa
Mat: 1-0908
EEA INTA Manfredi
Ruta 9, km 636
CP 5988 Manfredi - Córdoba

Anexo



Imagen 1: aplicación de fertilizante cálcico líquido.



Imagen 2: vista general del ensayo.



Imagen 3: cosecha del ensayo.