



L
XXVII
Congreso Argentino
de la Ciencia del Suelo

“Suelos: Desafíos para una producción y desarrollo sustentables”



RESUMENES Y TRABAJOS EXPANDIDOS



**13 al 16 de octubre de 2020
CORRIENTES - ARGENTINA**



ISBN 978-987-46870-3-6



XXVII CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

Suelos: Desafíos para una producción
y desarrollo sustentables

RESUMENES Y TRABAJOS EXPANDIDOS

Humberto Carlos Dalurzo (Coordinación general)
Diana Marcela Toledo
Alba Ruth Perucca
Sandra Cristina Perucca
(Compiladores)

13 al 16 de octubre de 2020
Corrientes - Argentina

Organizado por:



Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo Entidad Civil sin Fines de Lucro

Actas XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo / coordinación general de Humberto Carlos Dalurzo. Compiladores: Diana Marcela Toledo; Ruth Perucca; Sandra Perucca. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo -AACS, 2020. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-46870-3-6

1. Suelos. I. Dalurzo, Humberto Carlos, coord. II. Toledo, Diana Marcela, comp. III. Perucca, Ruth, comp. IV. Perucca, Sandra, comp. V. Título.
CDD 631.4



DIAGNOSTICO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA Y RENDIMIENTO POTENCIAL EN TRIGO EN EL CENTRO-OESTE DE BUENOS AIRES

Perez, G.^{1,*}, C. Estelrich⁵, D. Melion², L. Torrens Baudrix³, L.A. Ventimiglia³, J. Zanettini⁴,

¹Agencia de Extensión Rural INTA Bolívar; ² Agencia de Extensión Rural INTA Bragado; ³Agencia de Extensión Rural INTA 9 de Julio; ⁴ Agencia de Extensión Rural INTA 25 de Mayo. ⁵Chacra Experimental Bellocq MDA * Olascoaga 70, (6550) Bolívar, Prov. de Buenos Aires, perez.gonzalo@inta.gov.ar

RESUMEN

Diagnosticar la disponibilidad de nitrógeno en trigo depende de conocer la capacidad de un suelo de proveer este nutriente al cultivo. Los niveles críticos de respuesta dependen entre otros factores del potencial de rendimiento del cultivo, dado por genotipo y por el ambiente por lo tanto para un correcto diagnóstico de la fertilidad nitrogenada es fundamental conocer el potencial de producción de cada lote. El objetivo de este trabajo es estudiar la correlación entre rendimientos testigos y máximos de trigo con los contenidos de N-NO₃⁻, NAN y MO a la siembra del cultivo en 15 sitios del centro - oeste de la provincia de Buenos Aires. Dentro de cada sitio se realizaron ensayos de fertilización con dosis crecientes de N. Previo a la implantación se realizaron muestreos de suelo para la determinación de nitrógeno de nitratos 0-40 cm (N-NO₃⁻), nitrógeno anaeróbico mineralizable 0-20 cm (NAN) y materia orgánica 0-20 cm (MO). Para el análisis se utilizaron de cada experimento los rendimientos de trigo testigo, sin agregado de nitrógeno (RT_{N0}), y los rendimientos máximos de cada sitio estimados como los tratamientos con las dosis máximas de N utilizadas (RT_{NMAX}). Para RT_{N0}, solo la variable N-NO₃⁻ queda retenida en el modelo ($r^2=0,67$). Para RT_{NMAX}, el modelo incluye a las variables N-NO₃⁻, NAN y MO, ($r^2=0,64$), mejorando los niveles de ajuste en comparación con N-NO₃⁻ y MO de forma individual. Se concluye que para la región centro-oeste bonaerense, los niveles de N-NO₃⁻ a la siembra, son un buen estimador de la contribución de nitrógeno edáfico al rendimiento de trigo. El uso de modelos que incluyan N-NO₃⁻, NAN y MO puede utilizarse para calcular rendimientos máximos y estimar las unidades de fertilizante nitrogenado mediante modelos de respuesta.

PALABRAS CLAVE: nitrógeno de nitratos, nitrógeno incubado en anaerobiosis, materia orgánica.

INTRODUCCION

Diagnosticar la disponibilidad de nitrógeno (N) en trigo depende de conocer la capacidad de un suelo de proveer este nutriente al cultivo.

Gran parte de los modelos de respuesta a la fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo en la región pampeana se basan en el diagnóstico de nitrógeno a partir de nitratos (N-NO₃⁻) de 0-60 cm (González Montaner *et al.* 1997; Calviño *et al.* 2002). A su vez, Barbieri *et al.* (2012), recomiendan el diagnóstico de N-NO₃⁻ a una profundidad de 0-40 cm, por sobre los 60 cm que normalmente se utilizan.

El nitrógeno disponible para el cultivo en el suelo, proviene principalmente de la mineralización de materia orgánica (MO), específicamente de su fracción particulada (Studdert *et al.* 2017). Se han propuesto además otros indicadores que intentan cuantificar el aporte de N a partir de la mineralización de la MO. Por ejemplo, Reussi Calvo *et al.* (2013), encontró que el aporte del nitrógeno incubado anaeróbicamente (NAN) mejoró la predicción del diagnóstico, respecto

a N-NO_3^- como única variable, sin embargo estos resultados se obtuvieron en el sudeste de Buenos Aires, con suelos argiudoles típicos y paleudoles petrocálcicos.

Los niveles críticos de respuesta al agregado de nitrógeno en trigo dependen entre otros factores del potencial de rendimiento del cultivo, dado por el genotipo y por el ambiente (Barbieri *et al.* 2012), por lo tanto para un correcto diagnóstico de la fertilidad nitrogenada es fundamental conocer el potencial de producción de cada lote.

El centro-oeste de la provincia de Buenos Aires pertenece a la subregión pampa arenosa, caracterizada por un relieve ondulado con zonas deprimidas y elevadas, con suelos hapludoles énticos y típicos, lo que determina diferente productividad en el cultivo de trigo, por consiguiente diferente respuesta al nitrógeno (Perez *et al.* 2016).

El objetivo de este trabajo es estudiar la correlación entre rendimientos testigos y máximos de trigo con los contenidos de N-NO_3^- , NAN y MO a la siembra del cultivo de trigo en sitios del centro - oeste bonaerense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en quince sitios ubicados en los partidos de Bolívar (Bol), Hipólito Yrigoyen (HYr), Pehuajó (Peh), 9 de Julio (9dj), 25 de Mayo (25dm) y Bragado (Bra), en suelos hapludoles énticos, durante las campañas 2014, 2015 y 2019. El manejo de los cultivos de trigo se correspondió con condiciones de alta producción (variedades, fertilización con fósforo y azufre no limitante, control químico de malezas, plagas y enfermedades), bajo sistema de siembra directa. Dentro de cada sitio se realizaron ensayos de fertilización con dosis crecientes de N. En todos los casos se usó urea (46-0-0) como fuente nitrogenada, aplicada al inicio del cultivo, en cobertura total. Previo a la implantación se realizaron muestreos de suelo para la determinación de N-NO_3^- en las capas de 0 a 20 cm y 20 a 40 cm de profundidad, NAN y MO a una profundidad de 0-20 cm. La cantidad de N disponible del suelo se estimó a partir de la conversión de las concentraciones de nitratos por la densidad aparente de cada capa de suelo. La MO se determinó a partir del método de Walkley & Black (1934), la concentración de NAN se cuantificó según lo descrito por Gianello & Bremner (1986). En cada sitio de los seis lotes se establecieron tres o cuatro bloques completos aleatorizados con cinco a seis tratamientos (0, 25, 50, 100, 150, 200, 250 kg de N ha^{-1}). El tamaño de las parcelas experimentales fue de 10 m^2 y la cosecha se realizó manualmente sobre 3 m^2 .

Para el análisis se utilizaron de cada experimento los rendimientos de trigo testigo, sin agregado de nitrógeno (RT_{N_0}), y los rendimientos máximos de cada sitio estimados como los tratamientos con las dosis máximas de N utilizadas (RT_{NMAX}). Los tratamientos se evaluaron mediante ANOVA y las diferencias entre medias mediante test LSD. Se realizaron regresiones lineales simples y múltiples, estas últimas eliminando variables a partir del procedimiento Stepwise (Di Rienzo *et al.* 2019).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los contenidos de N-NO_3^- a la siembra variaron entre 110 kg ha^{-1} y 28 kg ha^{-1} , el NAN obtenido estuvo en un rango de 59 mg kg^{-1} y 10 mg kg^{-1} , mientras que la MO presentó valores entre 34 g kg^{-1} y 9 g kg^{-1} . Los valores de N-NO_3^- fueron en promedio superiores a los reportados por Barbieri *et al.* (2012) en el sudeste de Buenos Aires (33 kg ha^{-1}), y similares a los encontrados por Ferraris *et al.* (2014) para el Norte de Buenos Aires (63 kg ha^{-1}) y menores a Reussi Calvo *et al.* (2017) (74 kg ha^{-1}), aunque en estos dos últimos casos a una profundidad de (0-60 cm). Los contenidos de MO y NAN fueron aproximadamente la mitad de los reportados por Reussi Calvo *et al.* (2017) (MO= 56 g kg^{-1} y NAN= 62 mg kg^{-1}) y coinciden con los reportados por Reussi Calvo *et al.* (2014) para esta zona de la provincia de Buenos Aires. Los RT_{N_0} obtenidos variaron entre 895 kg ha^{-1} y 5557 kg ha^{-1} mientras que los RT_{Nmax} variaron entre 2565 kg ha^{-1} y 7844 kg ha^{-1} . En todos los sitios se observaron respuestas al agregado de nitrógeno ($p < 0,05$), siendo en promedio de 1907 kg ha^{-1} .

Tabla 1: Resultados de análisis de suelo previo a la siembra en cada sitio: Bolívar (Bol), Hipólito Yrigoyen (HYr), Pehuajó (Peh), 9 de Julio (9dj), 25 de Mayo (25dm) y Bragado (Bra); 14, 15 o 19= año, a, b o c= sitio. N-NO₃⁻ = Nitrógeno de nitratos, NAN = Nitrógeno anaeróbico mineralizable, MO = Materia orgánica, RT_{NO} = Rendimiento sin aplicación de nitrógeno, RT_{Nmax} = Rendimiento con máxima dosis de nitrógeno en cada sitio. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas, test LSD, p<0,05.

Sitios	N-NO ₃ ⁻ (kg ha ⁻¹)	NAN (mg kg ⁻¹)	MO (g kg ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)			
	(0-40 cm)	(0-20 cm)	(0-20 cm)	RT _{NO}	RT _{NMAX}		
9dj14a	65	59	33	3901	b	5002	a
9dj14b	49	48	31	2865	b	4236	a
HYr14a	64	31	28	4874	b	6531	b
HYr14b	32	21	11	2929	b	3879	b
25dm15a	48	53	29	1478	b	2968	a
25dm15b	32	13	9	895	b	2565	a
HYr15a	78	42	30	5557	b	7844	b
HYr15b	60	10	14	2830	b	4937	b
Bol15a	62	46	17	3283	b	5328	a
Bol15b	32	17	13	1714	b	3288	a
Peh15a	110	58	30	5458	b	6477	a
Peh15b	72	39	22	5527	b	6609	a
Bra19a	44	37	29	2685	b	6373	a
Bra19b	28	36	30	2560	b	5800	a
Bra19c	64	42	34	3320	b	6640	a
Promedio	56	37	24	3325	5232		
Máximo	110	59	34	5557	7844		
Mínimo	28	10	9	895	2565		

El RT_{NO} en función al contenido de N-NO₃⁻ mostró una correlación significativamente positiva ($r^2 = 0,67$, $p = 0,0002$). No se encontró correlación para RT_{NO} en función de NAN y MO. Cuando se quitó de la correlación el sitio 25dm15a, se observa correlación positiva para NAN ($r^2 = 0,35$, $p = 0,03$) y para MO ($r^2 = 0,26$, $p = 0,06$), (Figura 1). Estos resultados difieren de Reussi Calvo *et al.* (2013), el cual reportó para el sudoeste de Buenos Aires valores de ajuste mayores para NAN que para N-NO₃⁻ y no observó correlación para MO.

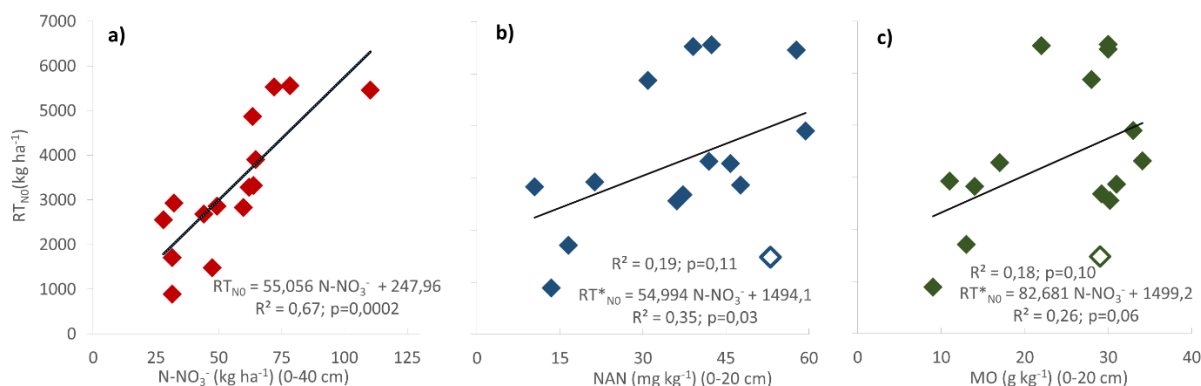


Figura 1. Rendimiento de los tratamientos de trigo sin agregado de nitrógeno (RT_{NO}), (a) en función de la disponibilidad de N-NO₃⁻, (b) nitrógeno anaeróbico mineralizable (NAN) y (c) materia orgánica (MO). RT_{NO}* para NAN y MO se realizó la correlación sin uno de los sitios (rombo vacío).

El RT_{NMAX} en función al contenido de $N-NO_3^-$ mostró una correlación positiva ($r^2 = 0,41$; $p=0,01$), y también con MO ($r^2 = 0,33$; valor p). No se encontró correlación entre RT_{NMAX} y los contenidos de NAN cuando se utilizaron todos los datos. Cuando se quitó de la correlación el sitio 25dm15a, se observa correlación positiva entre RT^*_{NMAX} para NAN ($r^2 = 0,28$, $p= 0,05$) y para MO ($r^2 = 0,49$, $p= 0,000$), (Figura 2).

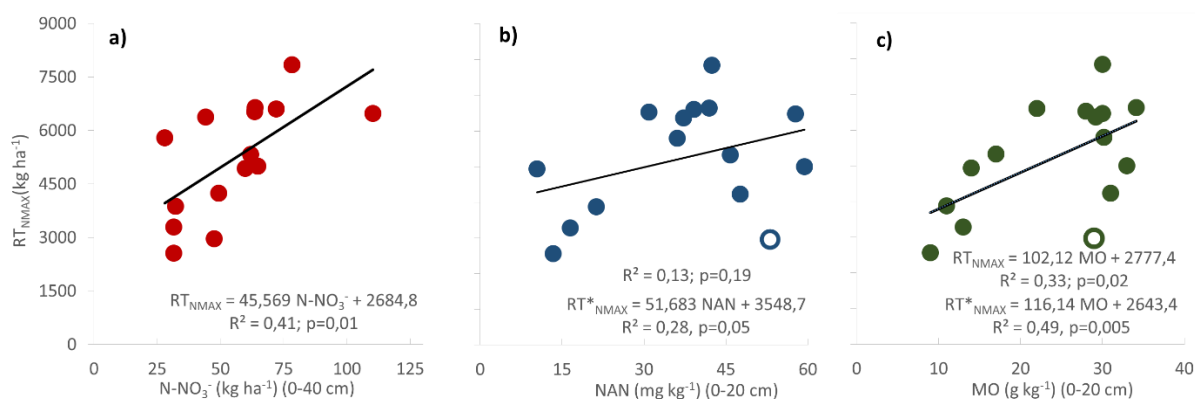


Figura 2. Rendimiento máximo de cada tratamiento y sitio fertilizado con nitrógeno (RT_{NMAX}), (a) en función de la disponibilidad de $N-NO_3^-$, (b) nitrógeno anaeróbico mineralizable (NAN) y (c) materia orgánica (MO). RT^*_{MAX} = para NAN y MO se realizó la correlación sin uno de los sitios (círculo vacío).

En el análisis multivariado para RT_{NO} , solo la variable $N-NO_3^-$ queda retenida en el modelo, tanto cuando se usan todos los datos, como cuando se quita el sitio 25dm15a (Tabla 2, Modelo 1). Estos resultados difieren con los reportados por Reussi Calvo *et al.* (2013), en los cuales la incorporación de NAN en el modelo tradicional de diagnóstico de fertilidad mejora el ajuste. Estos resultados podrían ser atribuidos al menor aporte de nitrógeno por parte de las fracciones orgánicas, a partir de los menores contenidos de NAN y MO, en esta subregión, en comparación con el sudeste de Buenos Aires.

Al realizar el análisis para RT_{NMAX} , el modelo incluye a las variables $N-NO_3^-$, NAN y MO, ($r^2 = 0,64$) (Tabla 2, Modelo 2), mejorando los niveles de ajuste en comparación con $N-NO_3^-$ y MO de forma individual (Figura 2). Este modelo tiene la ventaja de utilizar parámetros que son posibles de medir previo a la siembra de trigo, permitiendo el uso para la determinación de los requerimientos de nitrógeno para el cultivo.

Tabla 2: Modelos obtenidos utilizando las variables $N-NO_3^-$ (0-40 cm), MO (0-20 cm) y NAN (0-20 cm) como estimadores del rendimiento sin N (Rendimiento $_{NO}$, modelo 1) y rendimiento potencial (Rendimiento $_{NMAX}$, modelo 2). Las variables fueron retenidas o eliminadas a partir del procedimiento Stepwise. Valores máximos para retener y entrar las variables $p < 0,15$.

Modelo	Variable dependiente	Variable	Parámetros	p-valor	LI(95%)	LS(95%)	r^2
1	RT_{NO}	ordenada	248,07		-1143	1639	0,67
		$N-NO_3^-$	55,03	0,0002	31,7	78,3	
2	RT_{NMAX}	ordenada	1561,22		-485	3607	0,64
		$N-NO_3^-$	46,88	0,0117	12,6	81	
		MO	143,39	0,0199	27,4	259,35	
		NAN	-65,03	0,0695	-136,2	6,1	

CONCLUSIONES

Se concluye que para la región centro - oeste de la provincia de Buenos Aires los niveles de $N-NO_3^-$ medidos hasta 40 cm de profundidad a la siembra, son un buen estimador de la contribución de nitrógeno edáfico al rendimiento de trigo.

El uso de modelos que incluyan $N-NO_3^-$, NAN y MO medidos a la siembra del cultivo de trigo se pueden utilizar para calcular rendimientos máximos en cada sitio y así poder estimar las unidades de fertilizante nitrogenado mediante modelos de respuesta.

Se deben seguir incorporando más experimentos para ajustar mejor estos modelos y para validarlos con otros datos independientes.

BIBLIOGRAFIA

- Barbieri, P. A., Echeverría, H. E., & Saínz Rozas, H. R. (2012). Alternatives for nitrogen diagnosis for wheat with different yield potentials in the humid pampas of Argentina. *Communications in soil science and plant analysis*, 43(11), 1512-1522.
- Calviño, P. A., H. E. Echeverría, and M. Redolatti. 2002. Diagnóstico de nitrógeno en trigo con antecesor soja bajo siembra directa en el sudeste Bonaerense. *Ciencia del Suelo* 20:36–42.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2019. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Gianello C. & Bremner J.M. 1986. A simple chemical method of assessing potentially available organic nitrogen in soil. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 17:195-214.
- González Montaner, J. H., G. A. Maddonni, and M. R. Di Napoli. 1997. Modelling grain yield and grain yield response to nitrogen in spring wheat crops in the Argentinean southern Pampa. *Field Crops Research* 51:241–252.
- Pérez, G.; Zanettini, J.L.; Ventimiglia, L.; Carta, H.; Díaz-Zorita, M. 2016. Comparación de curvas de rendimiento en trigo según zonas de manejo y dosis de nitrógeno.[Resumen]. En: XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 27 de junio a 1 de julio, Río Cuarto (AR). Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo.
- Walkley A. & Black Y. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed Codification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-37.
- Reussi Calvo, N. I., Sainz Rozas, H., Echeverría, H., & Berardo, A. (2013). Contribution of anaerobically incubated nitrogen to the diagnosis of nitrogen status in spring wheat. *Agronomy Journal*, 105(2), 321-328.
- Reussi Calvo, N. I., Studdert, G., Calandroni, M. B., Diovisalvi, N. V., Cabria, F. N., & Berardo, A. (2014). Nitrógeno incubado en anaerobiosis y carbono orgánico en suelos agrícolas de Buenos Aires. *Actas del XXIV Congreso Argentino de Ciencias del Suelo Bahía Blanca*.
- Studdert, G., Domingo, M. N., Garcia, G. V., Monterubbianesi, M. G., & Dominguez, G. F. (2017). Carbono orgánico del suelo bajo sistemas de cultivo contrastantes y su relación con la capacidad de proveer nitrógeno.