

Trigo: Fertilización con Nitrógeno y azufre en el sur y sudoeste Bonaerense

***Galantini Juan A¹, Landriscini María R², Fernández R¹, Minoldo G¹, Cacchiarelli J³,
y Iglesias JO³***

*¹ Investigador de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Pcia. Bs. As., CERZOS, Dpto. Agronomía-UNS; ² CONICET; ³ Dpto. Agronomía-UNS
San Andrés 800, 8000 Bahía Blanca, Argentina
jgalanti@criba.edu.ar*

INTRODUCCIÓN

Las características edafoclimáticas que definen el potencial de rendimiento del trigo en el S y SO de la provincia de Buenos Aires son la irregularidad climática con alternancia de años secos y otros húmedos, el déficit hídrico al final de la primavera; los suelos con escasa profundidad que limitan la capacidad de almacenamiento de agua y las diferencias en la capacidad de los suelos para proveer nutrientes. Estas características obligan a realizar un uso eficiente de los principales insumos para la producción de trigo: el agua y el nitrógeno (N).

La materia orgánica (MO) del suelo contribuye de varias maneras para mantener la productividad. Sin embargo, en pocos casos se ha observado una relación cuantitativa directa entre la MO y la productividad (Bauer y Black, 1994). El efecto más importante es indirecto, a través de interacciones con otras propiedades del suelo. Esto se debe a que no toda la fracción orgánica del suelo contribuye de la misma forma a la productividad de los cultivos y, en general, la mayor parte interviene solo indirectamente. La variación de una pequeña parte muy activa será muy difícil de detectar si no se analizan separadamente las diferentes fracciones orgánicas. Las fracciones lábiles son indicadores sensibles para detectar el efecto del manejo del suelo y sus contenidos de N, fósforo (P) y azufre (S) están relacionados directamente con la disponibilidad para los cultivos. Se requieren estudios que confirmen y cuantifiquen estos resultados en regiones climáticamente diversas y que sean suficientemente prolongados en el tiempo para incorporar como herramienta de diagnóstico. Para ello, se planteó una red de ensayos en campos de productores con los siguientes objetivos:

- Determinar la influencia del N disponible en el corto (nitratos) y mediano plazo (materia orgánica joven o particulada), sobre la respuesta a la fertilización en diferentes situaciones y años climáticos;
- Evaluar el efecto de la disponibilidad de N y agua sobre el rendimiento y la calidad del trigo;
- Cuantificar el efecto de la rotación y el climático sobre el balance de agua y N, así como sobre la eficiencia en la producción de materia seca y de grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 2003 y 2004, se realizó una red de ensayos de fertilización en 67 lotes de productores de la Regional Bahía Blanca de AAPRESID, con diferentes dosis de N (0, 25, 50 y 100 kg ha⁻¹), y una dosis combinada de 50 kg de N + 12 kg de S ha⁻¹. Los ensayos se ubicaron en los partidos de Bahía Blanca, Cnel. Dorrego, Tornquist, Pigüe, Cnel. Suárez y Cnel. Pringles. Se tomaron muestras de suelos durante la siembra, entre encañazón-espigazón (fines de octubre) y durante madurez fisiológica a las profundidades 0-20, 20-40 y 40-60 cm. En el muestreo inicial se determinaron los contenidos de MO, N, P extractable (Pe), pH y posteriormente la MO joven o

particulada (MOP, Galantini, 2005), el porcentaje de humedad y los contenidos de nitrógeno y azufre disponibles.

Se tomaron muestras de planta para cuantificar materia seca (MS), nutrientes y balance nutricional del trigo a fines de octubre. A cosecha se tomaron muestras de planta para determinar la producción de grano y paja, así como el contenido de nitrógeno. Se determinaron los parámetros de rendimiento: espigas por unidad de superficie (esp m^{-2}), granos por espiga (granos esp^{-1}) y peso de los grano (P_{1000}).

Una fuerte sequía inicial y lluvias adecuadas a partir de fines de septiembre - principios de octubre, caracterizaron climáticamente el año 2003, mientras que el 2004 presentó una mejor distribución de las precipitaciones.

RESULTADOS

El aumento en la disponibilidad de N incrementó el rendimiento y la variabilidad de la respuesta a la fertilización (Tabla 1). Generalmente, tanto la producción de materia seca como la de grano están fuertemente relacionadas con la disponibilidad de N (proveniente del suelo y del fertilizante). Sin embargo, la eficiencia fue variable. Bajo condiciones limitantes de N, el cultivo lo usó más eficientemente y el rendimiento final fue menos variable. Por cada kilo de N disponible (N-nitratos a la siembra + N fertilizante), el promedio de los testigos produjo cerca de 43 kg de grano, mientras que los que tenían la máxima dosis de fertilizante (100 kg N), produjeron 23 kg de grano por kg de N disponible.

El N favoreció el desarrollo inicial del cultivo, produciendo mayor cantidad de materia seca durante encañazón y mayor número de espigas por unidad de superficie. La región en estudio está caracterizada por alta variabilidad en el régimen hídrico, con marcado déficit durante la etapa final de los cultivos de invierno y por la escasa profundidad de suelo, lo que limita la capacidad de almacenamiento del agua durante el barbecho. En estas condiciones, el aumento de la MS producida por el cultivo genera mayores requerimientos hídricos, los que no siempre pueden ser satisfechos. Esta situación hace que no toda la MS producida pueda traducirse en grano, reflejándose en menores índices de cosecha (Figura 1).

Para las condiciones de los dos años estudiados, la máxima producción de MS a cosecha estuvo asociada a disponibilidad de N entre 100 y 150 kg ha^{-1} . Además, la relación encontrada entre el N disponible y la producción fue baja ($R^2 = 0,15$), poniendo en evidencia que la mayor parte de la variación del rendimiento se debió a otros factores, particularmente en estos casos al agua. Es decir, la disponibilidad de agua, sea por cantidad y distribución de las lluvias, como por las características del manejo, fue el factor que más afectó el rendimiento.

El análisis de los factores de rendimiento (Tabla 1) permitió discriminar como fue el efecto en las diferentes etapas del ciclo del cultivo. Se observó un efecto importante y creciente durante los primeros estadios, en el que el fertilizante estimuló la formación de macollos y la diferenciación de espigas fértiles. Posteriormente, hubo un ligero aumento en el número de granos por espiga, mientras que en la etapa de llenado del grano no se observaron diferencias debidas a la disponibilidad de N, si bien los valores de peso de grano tendieron a caer con la dosis más alta.

El parámetro de rendimiento más importante fue la cantidad de espigas por m², el que debería ser cuidadosamente manejado teniendo en cuenta la disponibilidad de agua y la expectativa de precipitaciones durante la etapa final del cultivo.

Efecto de la fertilización con azufre

El efecto de la combinación de N y S fue significativo y variable en el tiempo. En encañazón, la aplicación de S produjo un incremento en la MS producida en aproximadamente el 80% de los ensayos. A cosecha, la respuesta fue significativa en aproximadamente el 30% de los ensayos. Posiblemente, y como ya fue analizado, la mayor producción de MS en esta región genera demandas hídricas que no pueden ser satisfechas, haciendo que este incremento no llegue a traducirse en mayores granos. Aún así, el incremento promedio de todos los ensayos por el agregado de S fue cercano a 190 kg de grano ha⁻¹ aumentando la variabilidad en el rendimiento.

Varios estudios han puesto en evidencia que debe haber un equilibrio entre la disponibilidad de N y S (Zhao et al., 1999). En la medida que el rendimiento objetivo varía, en función del manejo agronómico y las características edafoclimáticas, tanto el requerimiento de N como el de S serán diferentes.

La materia orgánica particulada o “joven”

Los resultados obtenidos para el conjunto de los ensayos puso de manifiesto una pobre relación de la MOP con los rendimientos ($R^2=0,16$), aunque fue complementaria a la información brindada por el N disponible ($R^2>0,30$). Sin embargo, la influencia de la disponibilidad hídrica sobre la producción de MS y rendimiento en grano fue mucho más importante. Resulta necesario realizar análisis particulares de las situaciones semejantes entre sí, considerando las características relacionadas con el balance hídrico: rotación de cultivos, capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, así como la cantidad y distribución de las lluvias durante el ciclo del cultivo

CONCLUSIONES

Por las condiciones de la región y teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante los dos años de experiencia, se puede concluir que:

- La disponibilidad de agua es el principal factor limitante y con alto grado de aleatoriedad (tanto en cantidad como en distribución), y debe ser considerado en el momento de definir el rendimiento objetivo posible de lograr.
- La aplicación de N debe estar de acuerdo con el objetivo anterior, buscando maximizar la eficiencia (agronómica y económica) en el uso del N.
- La respuesta a la fertilización azufrada no pudo ser explicada satisfactoriamente por la disponibilidad de S como sulfatos al momento de la siembra, siendo necesario buscar nuevos indicadores (Galantini et al., 2003).
- Se debe plantear un adecuado balance entre la disponibilidad de N y S disponibles, para maximizar la eficiencia en el proceso de producción del trigo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bauer A., A.L. Black. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:185-193.
- Galantini J.A. 2005. Separación y análisis de las fracciones orgánicas. En: Manual “Información y Tecnología en los Laboratorios de Suelos para el Desarrollo Agropecuario Sostenible” (Eds. L. Marban y S. Ratto) de la AACS. Capítulo IV parte 2, 95-106.

Galantini J.A., M.R. Landriscini y R. Fernández. 2003. Disponibilidad de azufre para los cultivos. Revista Fertilizar 32: 18-21.

Zhao F.J., S.E. Salmon, P.J.A. Withers, J.M. Monaghan, E.J. Evans, P.R. Shewry y S.P. McGrath. 1999. Variations in the breadmaking quality and rheological properties of wheat in relation to sulphur nutrition under field conditions. J. Cereal Sci. 30: 19-31.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo brindado por los productores de la Regional Bahía Blanca de AAPRESID, la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) y el CONICET (PIP 03005/2000).

Tabla 1. Producción promedio de 67 ensayos en rendimiento en grano, producción de materia seca (MS), parámetros de rendimiento, contenido de N y eficiencia de uso del N disponible (N-nitratos siembra + N fertilizante).

	Dosis de Nitrógeno, kg ha ⁻¹				
	0	25	50	100	50+S
Grano (kg ha ⁻¹)	2432	2894	3222.7	3568	3412
DS#	929	927	943	1084	1061
MS total (kg ha ⁻¹)	6971	8236	9271	10188	9736
Espigas m ⁻²	304	332	361	404	385
Granos/espiga	23	24	25	26	25
Peso grano (mg)	36	37	37	36	36
N en grano, (kg ha ⁻¹)	29.8	36.2	43.2	52.0	45.5
EUN (kg grano kg ⁻¹ N)	42.8	34.1	29.2	22.8	31.5

#DS, Desvío Standard; MS, Materia Seca total aérea; EUN, Eficiencia en el uso del nitrógeno

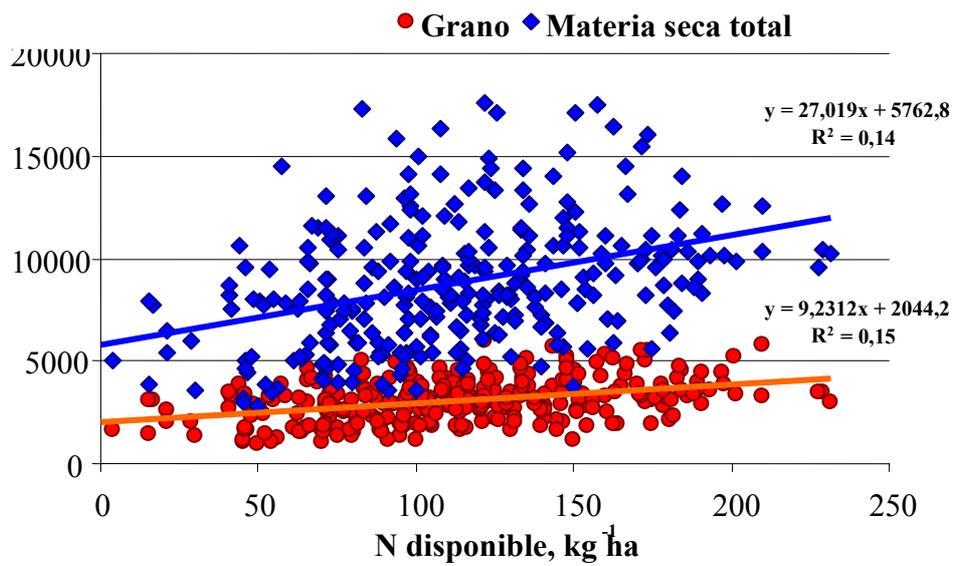


Figura 1. Relación entre el nitrógeno disponible (N de nitratos a la siembra + N fertilizante), y la producción de grano y de materia seca total en los diferentes tratamientos de los ensayos realizados durante el 2003 y 2004.