



Proyecto Regional Agrícola Desarrollo Rural INTA PERGAMINO

ESTUDIO DE LA INTERACCION NITROGENO X AZUFRE SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TRIGO MEDIANTE LA APLICACION DE FERTILIZANTES LIQUIDOS Campaña 2005/06

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris y Lucrecia A. Couretot *

Introducción

El nitrógeno (N) es el principal elemento que limita la productividad de los cereales en la región pampeana argentina. Esto se debe a sus muy elevados requerimientos, y a la baja disponibilidad de nitratos, forma disponible del N, que durante todo el año presentan los suelos argentinos. La descripción de los rendimientos en función del nutriente es realizada habitualmente mediante la construcción de curvas de respuesta, que grafican como éstos se comportan frente al agregado de dosis crecientes. Así, la información derivada de experimentos de campo permite ajustar permanentemente las recomendaciones de fertilización en función de nuevas tecnologías p.e. nuevas y mejores variedades, mejora en las prácticas de cultivo e incorporación de otros nutrientes en el esquema de fertilización, todos con el consiguiente incremento en los rendimientos y en la demanda del nutriente. A su vez, es necesario evaluar nuevas formas de utilización de N, con la finalidad de aplicar pequeñas dosis en momentos estratégicos del cultivo que permitan hacer un uso más eficiente del mismo, incrementando el retorno a la práctica. El uso de N por vía foliar en el estado reproductivo, bajo fuentes fertilizantes que no representen riesgos de fitotoxicidad es una línea promisoría en este sentido.

Otro de los nutrientes que ha aparecido como deficiente en los últimos años es el azufre (S). Algunos autores (Salvagiotti, 2004) han observado interacción positiva entre N y S, es decir, la respuesta a N fue mayor en presencia de S. Por su parte, la respuesta a S fue positiva en altas dosis de N, y muy pequeña o nula en ausencia de N.

Con la finalidad de generar mayor información local sobre el tema, se condujo un ensayo cuyo objetivo fue evaluar la respuesta a dosis crecientes de N en ausencia o presencia de S, utilizando fertilizantes líquidos. Adicionalmente, se evaluó la respuesta al agregado de N complementario en forma de urea foliar de bajo biuret en el estado reproductivo.

Materiales y métodos

El ensayo fue realizado en la Escuela Agrotécnica Salesiana "Concepción G. de Unzué", ubicada en la localidad de La Trinidad, partido de General Arenales, sobre un suelo serie Rojas, Argiudol típico. Se sembró la variedad Klein Escorpión el día 3 de junio de 2005 en SD, con antecesor soja de primera. La disponibilidad de fósforo (P) fue asegurada mediante fertilización. Para conducir los experimentos se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados y los fertilizantes utilizados se presentan en la Tabla 1. Todos los fertilizantes fueron aplicados en forma chorreada inmediatamente después de la siembra, a excepción del tratamiento con Foliarsol U, realizado en espigazón.*

* Técnicos de Desarrollo Rural INTA Pergamino

Tabla 1: Tratamientos evaluados. Fertilización nitrógeno-azufrada en trigo, campaña 2005/06

Tratamiento	Dosis	Fuentes Fertilizante
T1	Testigo	—
T2	N50	UAN (32-0-0)
T3	N100	UAN (32-0-0)
T4	N150	UAN (32-0-0)
T5	N0 S10	Tiosulfato de amonio (12-0-0-26S)
T6	N50 S10	UAN (32-0-0) Tiosulfato de amonio (12-0-0-26S)
T7	N100 S10	UAN (32-0-0) Tiosulfato de amonio (12-0-0-26S)
T8	N150 S10	UAN (32-0-0) Tiosulfato de amonio (12-0-0-26S)
T9	N100 S10 N20espigazón	UAN (32-0-0) Sol Mix, Tiosulfato de amonio (12-0-0-26S) Foliarsol U (20-0-0)

Al momento de la siembra se realizó un análisis químico de suelo, cuyos resultados se presentan en Tabla 2, promedio de las tres repeticiones.

Tabla 2: Análisis de suelo al momento de la siembra.

Prof	pH	Conductividad (Ds/m)	Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos	S-Sulfatos
	agua 1:2,5		%		Ppm	ppm	Ppm
0-20	6,1	0,120	2,88	0,140	15	9	9
20-40						6	

La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Los datos obtenidos fueron analizados por análisis de varianza, estudiando la interacción NxS, y los efectos individuales de ambos nutrientes por separado. Cuando se determinaron diferencias significativas entre tratamientos se realizaron comparaciones de medias, y se ajustaron curvas de respuesta a N. Con los datos de rendimiento y dosis de N, se calculó la Eficiencia agronómica de Uso del Nitrógeno (EUN), como Respuesta a N : kg N aplicado⁻¹.

Resultados y discusión

a) Condiciones climáticas de la campaña

Las características de la campaña estuvieron signadas por la escasez de precipitaciones (Figura 1.a) y un déficit hídrico moderado pero permanente desde el mes de agosto hasta mediados de octubre (Figura 1.b).

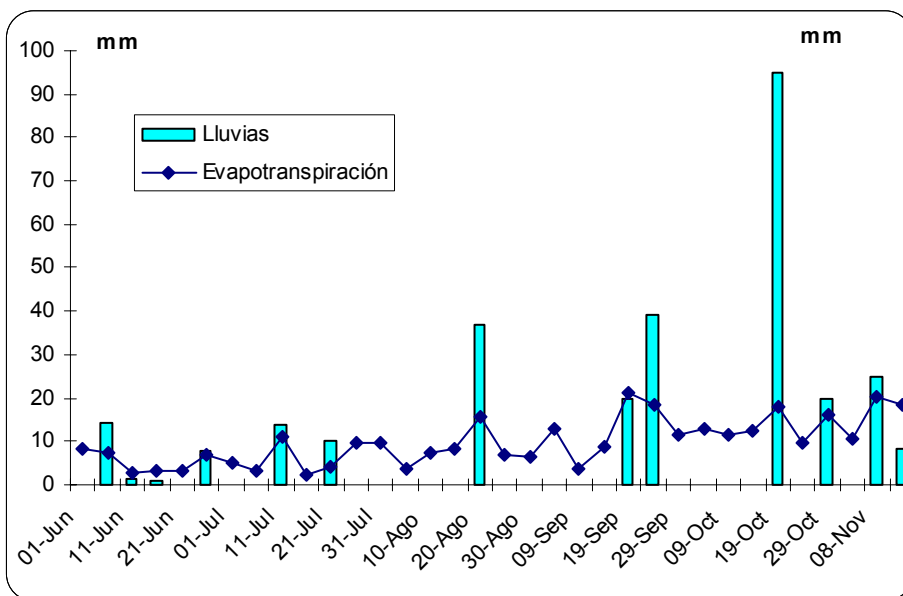


Figura 1.a

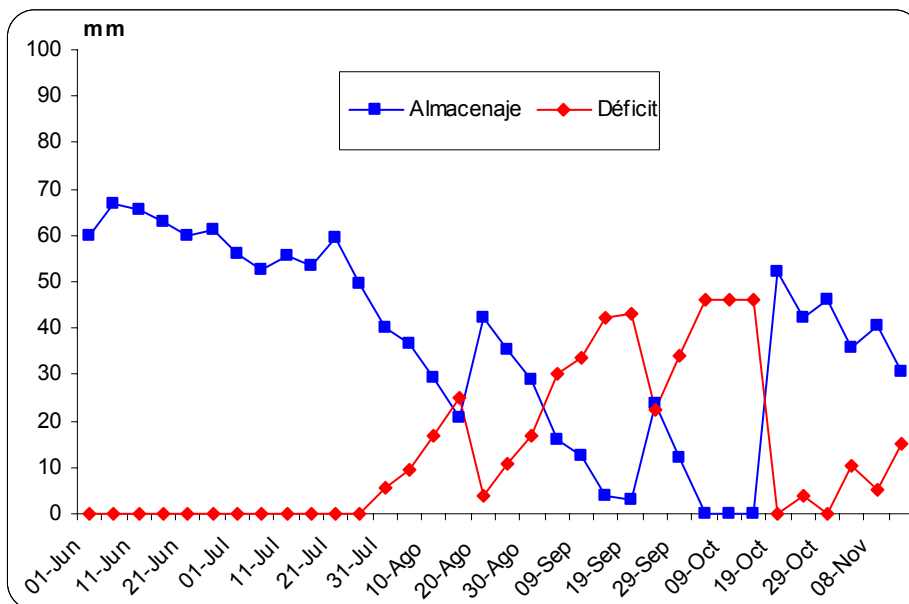


Figura 1.b

Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración (1.a), almacenaje y déficit expresados como lámina de agua útil (1.b). Valores acumulados cada 5 días en mm. La Trinidad, año 2005.

b) Resultados de los ensayos

Se determinaron diferencias significativas entre tratamientos ($P=0,0003$, $CV=8,6\%$, Figura 2). Los tratamientos de máximo rendimientos fueron los que incluyeron las dosis máximas de N, T4 (N150), T7 (N100 S10), T8 (N150 S10) y T9 (N100 S10 N20 foliar), evidenciando la importancia de este nutriente en la producción de trigo.

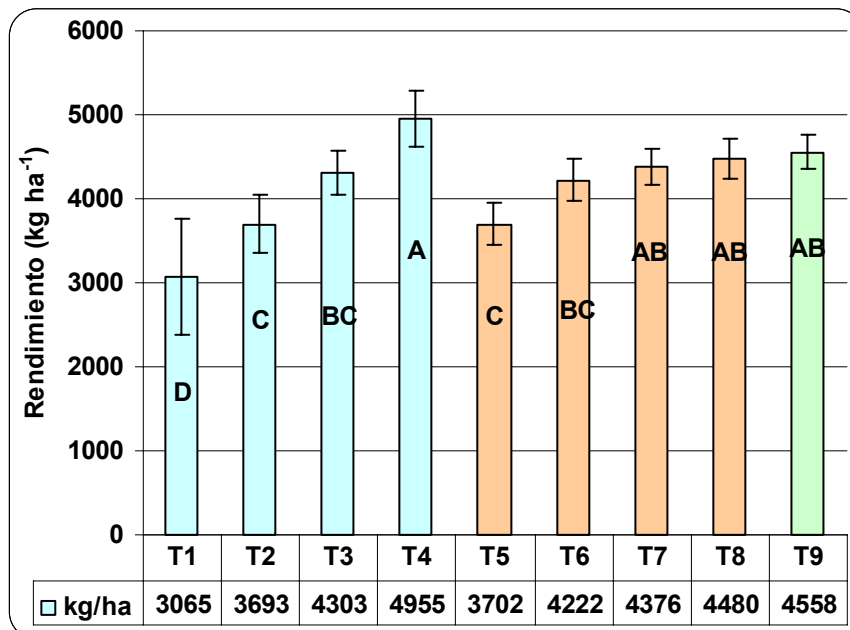


Figura 2: Rendimiento de trigo como resultado de la aplicación de nitrógeno, azufre y urea foliar aplicados por medio de fertilizantes líquidos. Columnas celestes representan tratamientos sin azufre, columnas anaranjadas tratamientos con azufre, la columna verde representa un tratamiento con agregado de urea foliar. Letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Las barras verticales indican la desviación Standard de la media.

Asimismo, si se exceptúa del análisis el tratamiento con urea foliar se puede analizar la interacción N x S. Esta fue estadísticamente significativa, así como los efectos de N y S ($P=0,000$). La interacción significativa indica que las curvas de respuesta a N sin S y con S deban ajustarse por separado, por representar poblaciones de datos diferentes. Este ajuste se presenta en la Figura 3. En ella se observa que la respuesta en este ensayo difiere del comportamiento clásico informado por Salvagiotti (2004), en el cual se espera mayor respuesta a N en presencia de S. En el presente trabajo, la respuesta a N sin agregado de S fue lineal en todo el rango de dosis aplicado. En cambio, en presencia de S la respuesta fue de tipo cuadrática, alcanzando el máximo en la dosis de 134 kg ha^{-1} , y valores muy cercanos a este punto con 100 kg N ha^{-1} . Probablemente, en un suelo con bajo contenido de S-sulfatos a la siembra, pero profundo y de buena productividad, el agregado de N haya permitido al cultivo explorar más el suelo, y absorber el S necesario para su crecimiento. En cambio, en ausencia de N esa exploración radicular del perfil se habría visto limitada, manifestando así un déficit de S que pudo corregirse mediante fertilización. El menor rendimiento del tratamiento con S en la dosis de N150 no tiene explicación más allá de la variabilidad natural de los ensayos de campo.

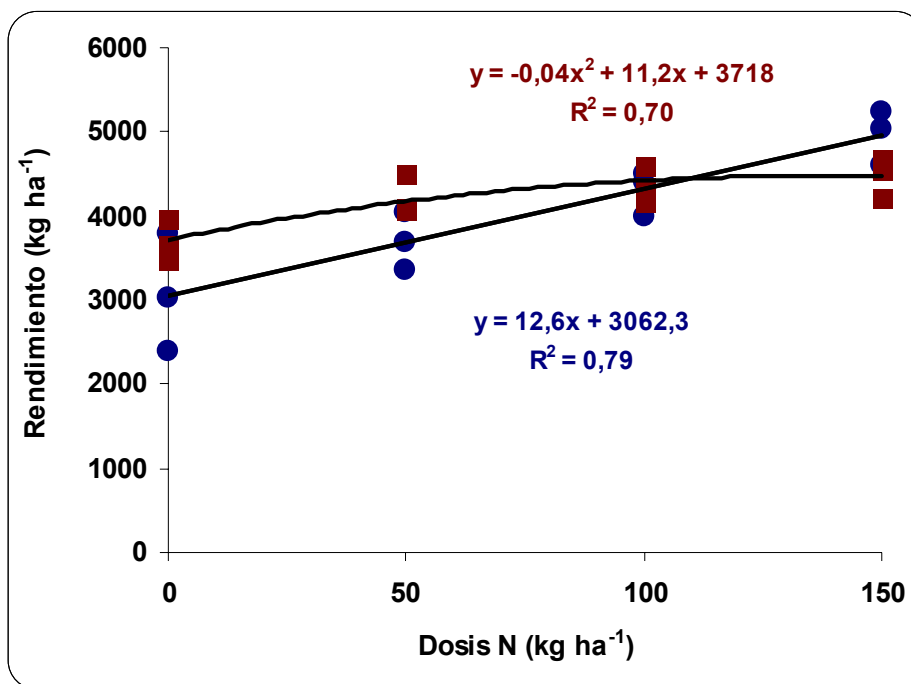


Figura 3: Respuesta al agregado de dosis crecientes de nitrógeno aplicado como fertilizante líquido chorreado a la siembra sin azufre (círculos) o con agregado de S (cuadrados).

Considerando un costo del UAN a productor de 275 U\$S tn⁻¹ y un precio del trigo libre de comercialización de U\$S 100 tn⁻¹, la EUN mínima para cubrir los costos es de 8,6 kg grano : kg N⁻¹. Esta eficiencia fue superada en todos los tratamientos sin agregado de S, y en la dosis mínima de los tratamientos con S, siendo en estos casos la fertilización nitrogenada económicamente rentable (Figura 4).

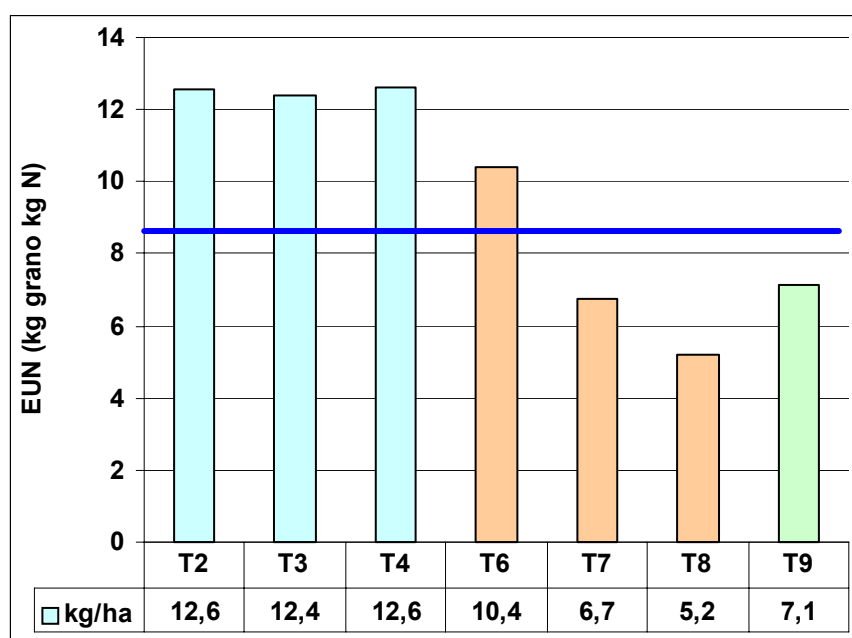


Figura 4: Eficiencia agronómica de Uso del Nitrógeno (Respuesta a N : kg N aplicado⁻¹) de los diferentes tratamientos evaluados. La línea horizontal representa el valor de 8,6, por encima del cual la fertilización nitrogenada es económicamente rentable.

A través de contrastes se evaluó la aplicación de N agregado por vía foliar en espigazón, con agregado de N y S de base. Las diferencias de rendimiento observadas fueron escuetas, de 182 kg N ha⁻¹, y

no significativas si se las analiza estadísticamente. El estadio de aplicación habría sido demasiado tardío para modificar los componentes numéricos del rendimiento, siendo posible que haya incrementado el porcentaje de proteína de los granos, parámetro no evaluado en este ensayo.

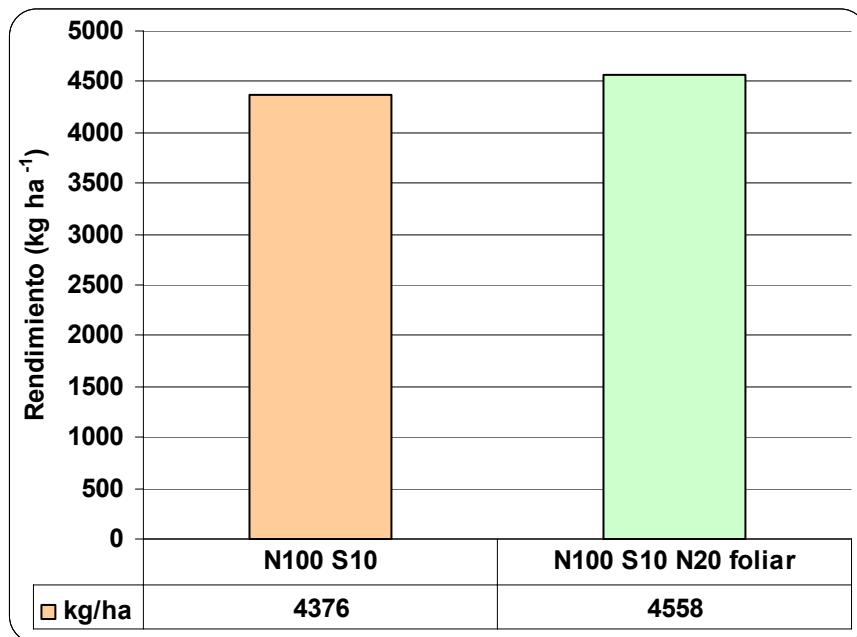


Figura 5: Rendimiento como resultado de la aplicación de N foliar en espigazón, en comparación con su testigo.

Conclusiones:

La fertilización nitrógeno-azufrada incrementó los rendimientos del ensayo, registrándose una interacción negativa, que se expresó a través de una respuesta lineal a N en ausencia de S, y respuesta de tipo cuadrática con escasos incrementos de rendimiento por encima de 100 kg N en presencia de S. Este comportamiento implica respuesta a S sólo en ausencia o baja dosis de N, y respuesta escasa o nula a partir de N100. Se sugiere una mayor absorción de S del suelo en altas dosis de N, que habría permitido superar deficiencias del primero, aspecto que no ocurriera en ausencia de N donde la exploración radical habría sido limitada.

Por su parte, en este ensayo el estado reproductivo fue demasiado tardío como para incrementar los rendimientos por medio de la aplicación de N foliar.