

NITRÓGENO Y AZUFRE

SINERGISMO ENTRE DOS NUTRIENTES

Ing. Agr. (PhD) Fernando Salvagiotti
Fertilidad de suelos y Nutrición Vegetal
EEA Oliveros INTA



El azufre (S) y el nitrógeno (N) son componentes esenciales que forman parte de la estructura de enzimas y proteínas de reserva en los grano de trigo. La fuente principal de estos nutrientes es la materia orgánica, cuyos contenidos han caído en las últimas décadas como consecuencia del proceso de agriculturización con uso de labranzas. Además, los altos rendimientos obtenidos como consecuencia de la intensificación agrícola, ha puesto de relieve la fertilización con azufre, la cual forma parte de los planes de fertilización de los principales cultivos de la región pampeana.

La generación del rendimiento en trigo es un proceso que comienza temprano en el ciclo. El número potencial de espiguillas se defi-

ne durante el macollaje del cultivo, mientras que el tamaño de la espiga y el número potencial de granos se definen en el periodo entre encañazón y antesis. Finalmente entre antesis y madurez fisiológica se define el número final de granos cuajados y el peso de los mismos (Figura 1). Factores ambientales como la radiación, la temperatura y el fotoperiodo son importantes en definir estos procesos, sin embargo la nutrición del cultivo juega un rol central, de diferente importancia, según el estadio del cultivo.

Figura 1. Modelo Conceptual de la generación del rendimiento en trigo (Slafer et al, 2003)

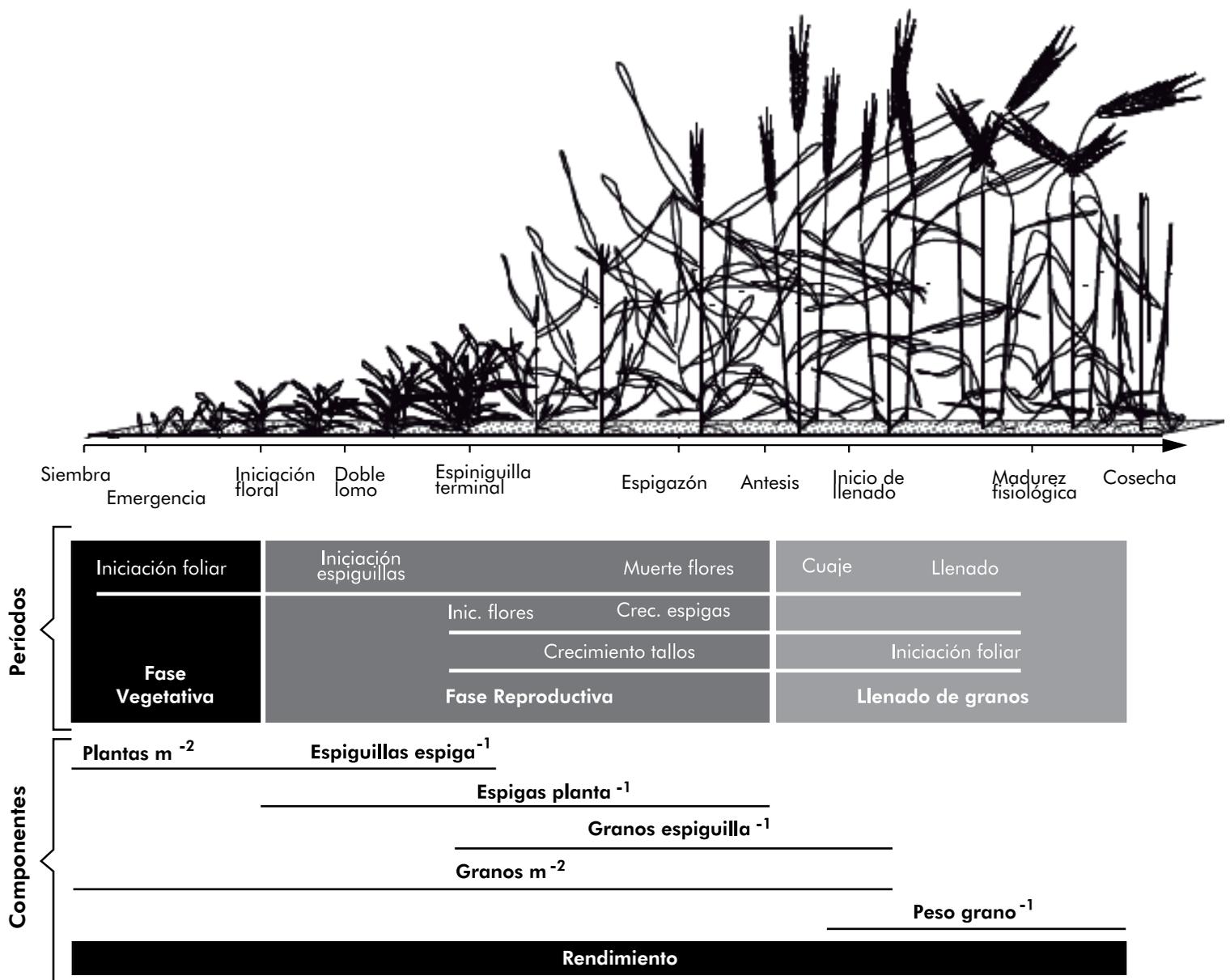


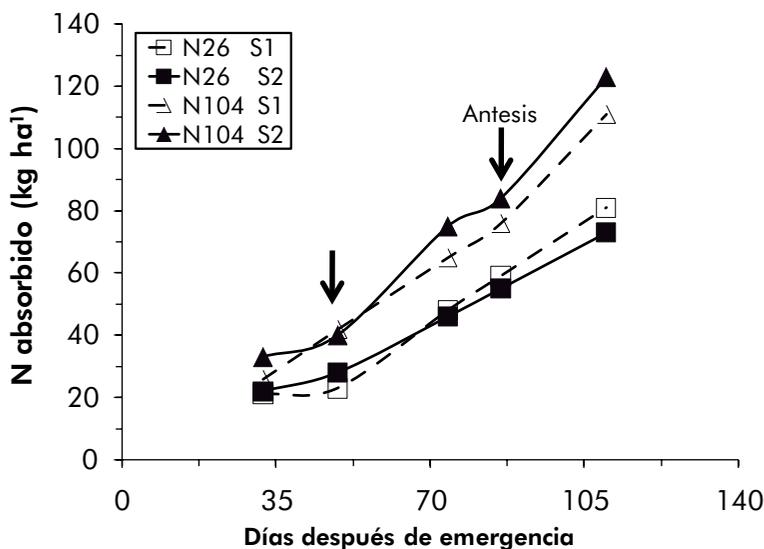
Tabla 1.

Eficiencia de recuperación de N en diferentes estadios etapas del desarrollo del cultivo de trigo (Adaptado de Salvagiotti et al, 2009)

Días después de emergencia	Eficiencia de recuperación de N (kg N por kg de N aplicado)	
	S1	S2
32	0.06	0.04
49 (Espiguilla Terminal)	0.29	0.25
74	0.37	0.52
86 (Antesis)	0.27	0.42

Figura 4.

Absorción de N durante el ciclo del cultivo con dos niveles de N y S. Los datos son promedio de dos años de ensayo (Adaptado de Salvagiotti & Miralles, 2008)



El nitrógeno, componente principal de la enzima Rubisco, responsable del proceso fotosintético, es central en los procesos de crecimiento y desarrollo del cultivo. El aumento en rendimiento en respuesta a la fertilización con N se ve potenciado cuando el cultivo recibe la aplicación de S (Figura 2, panel izquierdo). En esta Figura se observa una eficiencia en el uso del N (i.e. producción de grano por unidad de N adicionado) de ca. 16 kg por unidad de N adicionado cuando el cultivo no tuvo limitantes de S, un 45% mayor a la observada cuando el cultivo no fue fertilizado

Figura 3.

Tasa de crecimiento del cultivo de trigo antes y después de antesis S. Los datos son promedio de dos años de ensayo (Adaptado de Salvagiotti & Miralles, 2008)

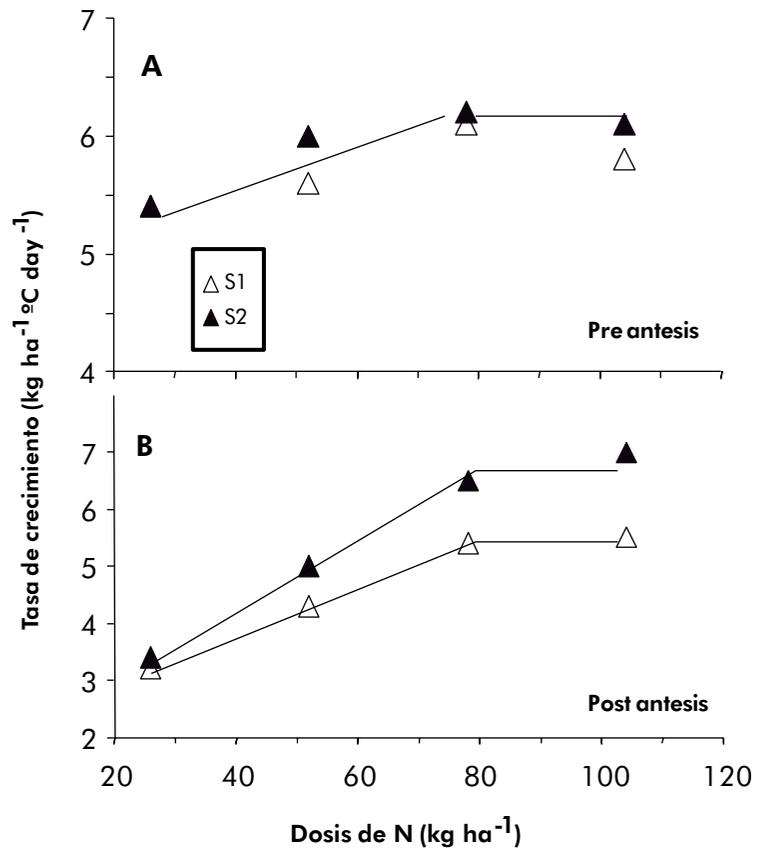
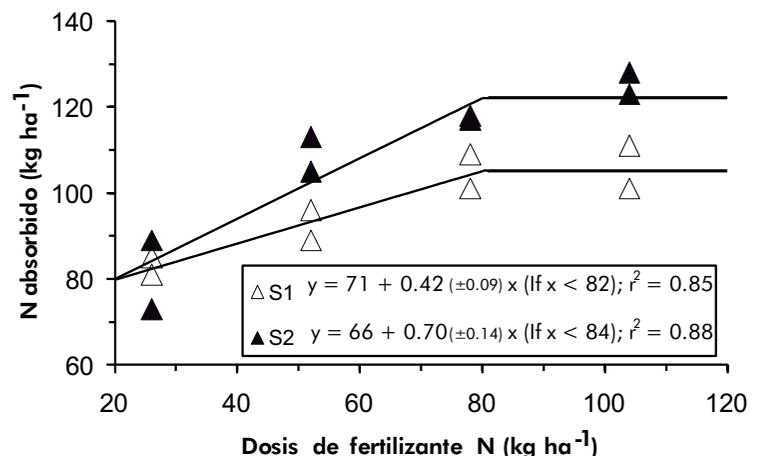
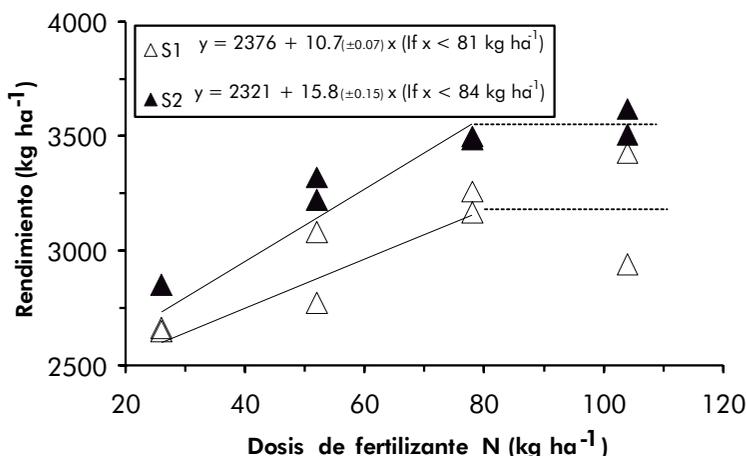


Figura 2.

Rendimiento y N absorbido por el cultivo de trigo en madurez fisiológica en función de la dosis de fertilizante nitrogenado aplicado con (S2) y sin (S1) la adición de azufre (Adaptado de Salvagiotti et al, 2009)



con este nutriente. Asimismo, se puede observar que este incremento en el rendimiento estuvo acompañado por una mayor absorción de N (Figura 2, panel derecho), y una mayor eficiencia de absorción de N cuando el cultivo fue fertilizado con S (42 vs 70% para S1 y S2, respectivamente) (Salvagiotti et al, 2009).

El rendimiento del cultivo de trigo esta asociado fuertemente al número de granos, los cuales se definen en el periodo alrededor de antesis (Figura 1). En el periodo pre-antesis es crucial la disponibilidad de carbohidratos y N que son necesarios para mantener las flores fértiles (Slafer et al, 1994; Abbate et al, 1995). En el periodo post-antesis, la actividad fotosintética determinara la cantidad de carbohidratos que permitirán el cuaje del grano y el llenado de los granos. En la Figura 3 se puede observar que la fertilización con azufre tuvo un efecto significativo sobre la tasa de crecimiento en el periodo postantesis. Sin embargo la Figura 4 muestra que los efectos de la fertilización con S incremento la

absorción de N a partir de espiguilla terminal (i.e. inicio de encañazón). En consecuencia el cultivo de trigo debe llegar a esta etapa con una disponibilidad de N y S que permitan maximizar la absorción de N. Por otra parte, en la Figura 4 se puede observar como a bajas disponibilidades de N, la fertilización con S no tiene efectos sobre la absorción de N. En la Tabla1 se puede observar que la eficiencia de absorción de N es mayor cuando el cultivo tiene mayor disponibilidad de S, especialmente a partir del inicio de encañazón cuando la absorción de N se incrementa.

En ausencia de limitantes hídricas severas, la captura de radiación determinará la producción del cultivo. La fertilización con S ha mostrado que cuando el cultivo no tiene deficiencias de N, el desarrollo de un área foliar es mayor (Figura 5). Un mayor área foliar se verá reflejado en una mayor cantidad de radiación interceptada. En la Figura 6 se puede observar cómo la máxima interceptación de radiación aumenta en la medida que la disponibilidad de N no es limitante, pero al mismo tiempo se puede observar que la fertilización con S permite una mayor interceptación por unidad de N, es decir: mejora la eficiencia de la captura de radiación.

CONCLUSIONES

La fertilización balanceada entre N y S incrementa las tasas de crecimiento del cultivo de trigo en etapas críticas para la definición del número de granos. El desarrollo de mayor área foliar y, en consecuencia, una mayor capacidad de interceptar radiación en los periodos críticos es uno de los efectos principales de la adición de S. Sin embargo es importante remarcar que es necesario que la disponibilidad de N no sea limitante para poder sacar el provecho máximo de la fertilización con S. En este sentido, el diagnóstico de las necesidades de N, basadas en el contenido de N a la siembra y la definición del potencial de rendimiento de cada lote, es central para hacer un uso más eficiente de los recursos e insumos utilizados.

REFERENCIAS

Abbate, PE; FH Andrade & JP Culot. 1995. The effects of radiation and nitrogen on number of grains in wheat. *Journal of Agricultural Science* 124:351-360.

Salvagiotti, F; JM Castellarin; DJ Miralles & HM Pedrol. 2009. Sulfur fertilization improves nitrogen use efficiency in wheat by increasing nitrogen uptake. *Field Crops Research* 113:170-177.

Salvagiotti, F & DJ Miralles. 2008. Radiation interception, biomass production and grain yield as affected by the interaction of nitrogen and sulfur fertilization in wheat. *European Journal of Agronomy* 28:282-290.

Slafer, G; D Miralles; R Savin; E Whitechurch; & F Gonzalez. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en trigo. Pp 101-134 en: Satorre, E. H., Benech-Arnold, R. L., Slafer, G. A., de la Fuente E., Miralles, D. J., Otegui, M. E., & Savin, R. (Eds) *Producción de granos. Bases funcionales para su manejo* Editorial Facultad de Agronomía

Slafer, GA; DF Calderini; DJ Miralles & MF Dreccer. 1994. Preanthesis shading effects on the number of grains of three bread wheat cultivars of different potential number of grains. *Field Crops Research* 36:31-39.

Figura 5. Evolución del área foliar en trigo con dos niveles de N y S (Adaptado de Salvagiotti & Miralles, 2008)

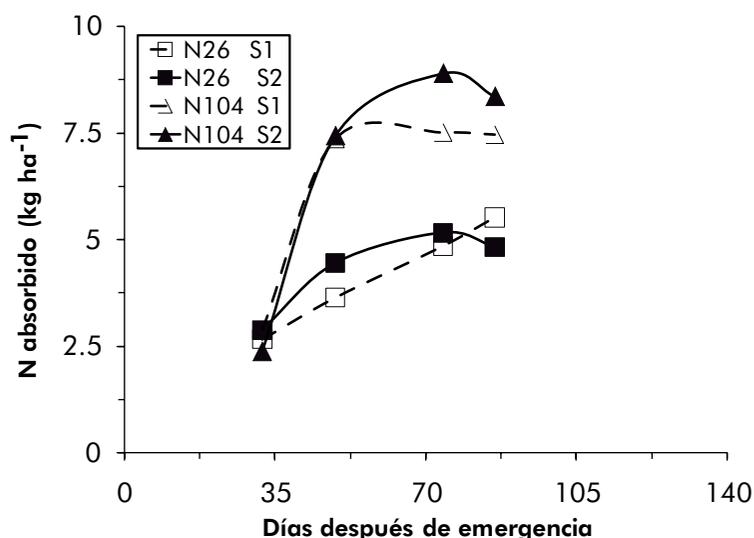


Figura 6. Intercepción de radiación en función de la disponibilidad de N con y sin adición de azufre (Adaptado de Salvagiotti & Miralles, 2008)

