



# TRIGO: RENDIMIENTO, FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y CALIDAD

Ing. Agr. (PhD) Andrés Berger  
Aux. Inv. M. Ximena Morales  
Aux. Inv. Ricardo Calistro

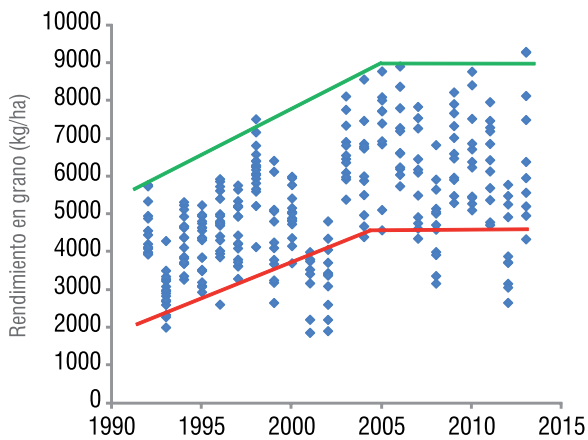
Programa Nacional Cultivos de Secano

La evidencia reciente de los trabajos de investigación, indica que los suelos aportan una proporción cada vez más baja del nitrógeno que se requiere para alcanzar el potencial de rendimiento que nos permitirían los cultivos que se siembran actualmente.

Esto ocurre básicamente por dos motivos: i) por el aumento del potencial de rendimiento (y por tanto de las necesidades del nutriente), y ii) por la reducción en la capacidad de aporte de nitrógeno de los suelos, debido a que en muchos casos se agotó la reserva de mate-

ria orgánica fácilmente descomponible que tradicionalmente se acumulaba durante los periodos de pasturas en las rotaciones pastura-cultivo, al pasar a sistemas de agricultura continua.

En estos casos se necesitan entonces mayores dosis de nitrógeno (y azufre) aplicado, lo que impacta significativamente en los costos de producción. El no cumplir con los requerimientos afecta, en primer lugar, el potencial de rendimiento y en segundo término, el contenido de proteína, si las condiciones climáticas



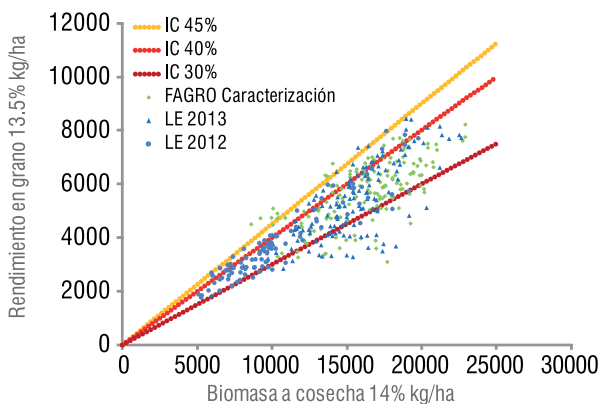
**Figura 1** - Rendimiento observado en la red de experimentos de Evaluación Nacional de Cultivares de INASE-INIA. Promedio de los cinco mejores cultivares para dos localidades y dos o tres épocas de siembra por año (Castro, et al. 1992-2014).

del año posibilitan efectivamente concretar elevados rendimientos con menos nitrógeno del necesario, lo que incide en la calidad de los granos.

Comprender como interactúa el potencial de rendimiento-fertilización nitrogenada-calidad, y con qué herramientas contamos para hacer un buen manejo del nitrógeno, es relevante en un escenario de costos fijos altos y márgenes ajustados.

**RENDIMIENTO POTENCIAL Y BRECHA DE RENDIMIENTO**

El rendimiento potencial ha avanzado fundamentalmente de la mano del progreso genético que ha permitido



**Figura 2** - Rendimiento en grano (13,5% humedad) en función de la producción de biomasa a cosecha (14% humedad) para experimentos realizados en INIA La Estanzuela y en EEMAC-Facultad de Agronomía (Hoffman et al. 2004-2013). Las líneas punteadas indican distintos niveles de índice de cosecha (IC=grano/biomasa total a cosecha).

capitalizar mejoras en el manejo del cultivo, principalmente asociadas a la fertilidad de suelos. Esto se observa claramente en los resultados experimentales de la Evaluación Nacional de Cultivares de INASE-INIA, que reflejan el nivel de rendimiento de los cultivares que serán comercializados en los años venideros (Figura 1).

Durante las últimas dos décadas si bien existieron cambios menores en el manejo, ninguno de ellos por su magnitud y momento de ocurrencia son capaces de explicar el aumento aparente en los rendimientos ocurrido durante la primera mitad del periodo y su posterior estancamiento en un nivel superior.

Este aumento llevó los rendimientos desde un rango de 2000-5000 kg/ha a inicios del periodo, a un rango entre 3500 y 8500 kg/ha al final del periodo, siendo el factor que posiblemente contribuyó al cambio, el ingreso de nuevos cultivares con mayor potencial de rendimiento. Entre ellos se destacan notoriamente aquellos de origen europeo que durante varios años estuvieron en la parte superior del ranking de rendimiento y, más recientemente, la incorporación de características de alto potencial en líneas locales.

Para lograr altos rendimientos en nuestras condiciones, inevitablemente se necesita llegar a altos niveles de producción de materia seca durante todo el crecimiento del cultivo (Figura 2).



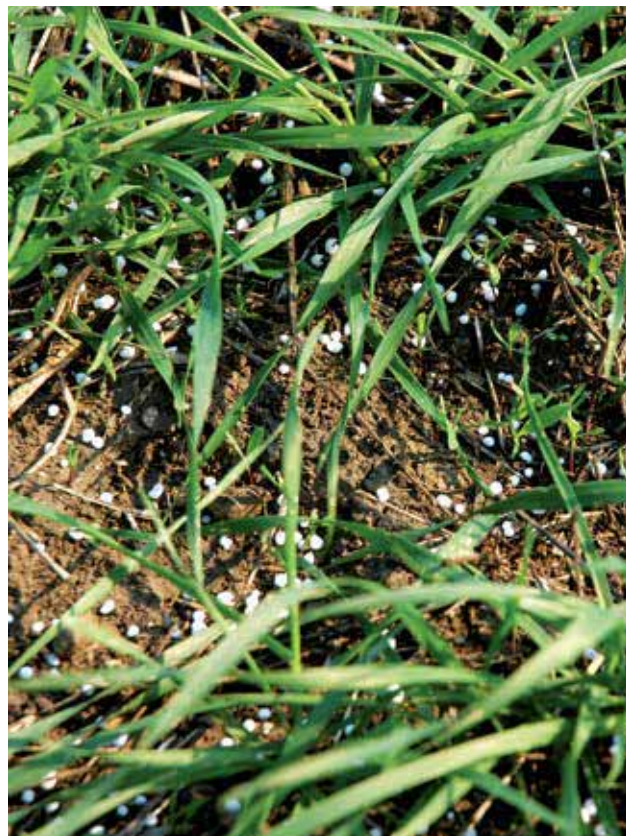
Esto se logra con altas tasas de crecimiento, que implican niveles altos de absorción de nitrógeno, del suelo desde el inicio y, fundamentalmente, durante la encañazon que es cuando el cultivo crece a tasas más altas. Si no hay disponibilidad de nitrógeno el crecimiento del cultivo se verá afectado y esto limitará de manera irreversible el rendimiento.

### FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y PROTEÍNA

En el cultivo de trigo, la proteína que se acumula durante el llenado de grano se forma a partir de nitrógeno removilizado desde otras partes de la planta y absorbido desde el suelo. Cada tonelada de grano formado contiene aproximadamente 20 kg de nitrógeno, para esto el cultivo debió haber absorbido desde el suelo una cantidad mayor (Figura 3), y en el suelo debió haber disponible una cantidad aún superior, dado que la eficiencia de absorción es 40-70%.

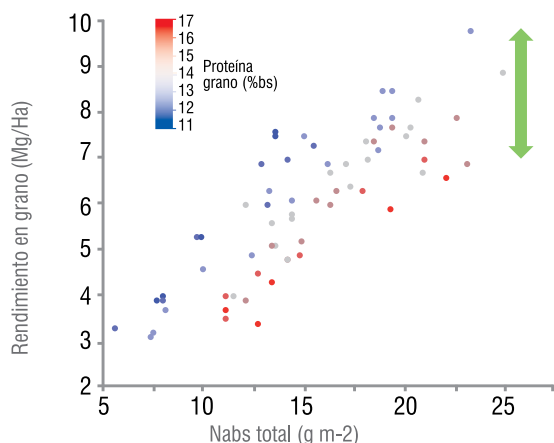
Por lo general, el nitrógeno es limitante durante el llenado de grano y en la práctica, en muchos casos, se observa una relación negativa entre rendimiento y contenido de proteína en grano. En años o en situaciones en las que hay condiciones para lograr mejores rendimientos que los que el cultivo podría haber logrado, según la cantidad de biomasa acumulada en espigazón, los niveles de proteína en grano bajan.

Es por esto que la fertilización nitrogenada es altamente relevante para el cultivo, porque no solo define el nivel de rendimiento, sino además el riesgo de que los niveles de proteína caigan. Un cultivo bien nutrido, no solo rinde más, de manera más estable, sino que tiene menor riesgo para lograr un adecuado nivel de proteína en grano para comercialización.

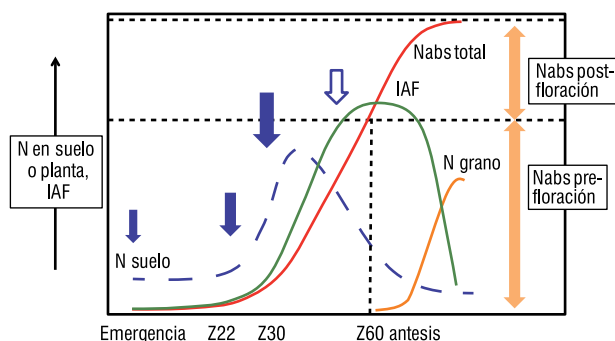


### MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA. NUEVAS HERRAMIENTAS

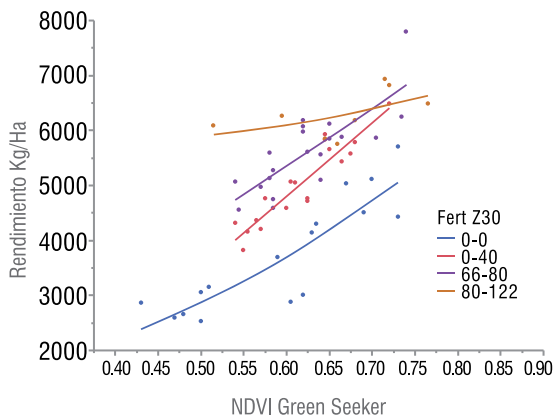
La necesidad de fertilización nitrogenada, a diferencia de otros nutrientes, no solo está asociada a la capacidad de aporte del nutriente del suelo, sino que además está fuertemente asociada a la capacidad del cultivo de crecer y concretar rendimiento.



**Figura 3** - Rendimiento en grano en función del nitrógeno total absorbido en experimentos conducidos en La Estanzuela durante 2012 y 2013. La flecha verde indica el rango de variación en rendimiento para un mismo nivel de nitrógeno absorbido por el cultivo.



**Figura 4** - Evolución ideal del área foliar (IAF), de la absorción total y en grano de nitrógeno, y de la evolución del contenido de nitrógeno en suelo. Las flechas azules indican los momentos (siembra, Z22, Z30, Z47) y la magnitud de las dosis de nitrógeno necesarias para satisfacer la demanda del cultivo. NOTA: Nabs: N absorbido



**Figura 5** - Rendimiento en experimentos de respuesta a nitrógeno de La Estanzuela 2014 en función del NDVI medido con GreenSeeker o CropsScanner a Z30, para los tratamientos sin aplicación de N posterior a la medición (azul), con aplicación <40 (roja), <80 (violeta) y >80 (naranja) kgN/ha.

En las condiciones actuales del cultivo, lo segundo es en general más relevante que lo primero, ya que la capacidad de aporte del suelo es baja, y por lo tanto definir el potencial de rendimiento alcanzable del cultivo es crítico.

El otro aspecto importante es el momento. El cultivo necesita cantidades relativamente pequeñas de nitrógeno en las etapas iniciales, y solo necesita cantidades grandes de nitrógeno en los momentos en que ocurren altas tasas de absorción, y esto es durante la encañazón.

No solo es conveniente diferir las aplicaciones de dosis altas para los momentos en que el cultivo realmente tiene capacidad de aprovecharlas, sino que además esto ofrece la oportunidad de monitorear el cultivo, evaluar con mayor precisión su potencial de rendimiento y ajustar las dosis en concordancia (Figura 4).

Esta forma de pensar el manejo del cultivo es posible gracias al surgimiento de nuevas herramientas de diagnóstico basadas en sensoramiento remoto, que son prácticas, económicas y precisas.

En este sentido estamos trabajando y ya existen datos preliminares en la evaluación del estado del cultivo, mediante sensoramiento remoto con sensores activos o con imágenes.

Un muy buen indicador del potencial de rendimiento es el NDVI (Índice normalizado de vegetación) sobre finales del macollaje-inicio de encañazón (Z30-Z33).

Los datos de la zafra 2014 muestran una excelente relación entre el NDVI y el rendimiento en grano (Figura 5), lo que puede ser utilizado para evaluar las necesidades de refertilización en este momento.

## CONCLUSIONES

El manejo juicioso de la fertilización nitrogenada en trigo es fundamental para lograr altos rendimientos, con estabilidad, diluyendo los otros costos del cultivo, y además es crítico para lograr la sustentabilidad ambiental del cultivo y del sistema.

Por un lado, lograr altos niveles de producción beneficia el sistema por la contribución de rastrojo en cantidad y calidad, y por otro lado, el manejo criterioso, evitando excesos y maximizando la eficiencia de uso del nutriente, mantiene las pérdidas de nitrógeno desde el sistema en niveles que no necesariamente son superiores a pesar de que se apliquen dosis más altas.

Actualmente existen las herramientas y la tecnología para poder avanzar en el camino de un sistema productivo más intensivo y sustentable.

