

NITRÓGENO EN TRIGO: ¿Por qué es clave para producir más y mejor?

Una mirada integral sobre cómo el nitrógeno influye en el rendimiento, la calidad del grano y el resultado económico del trigo, y qué criterios ayudan a definir una estrategia de fertilización más eficiente.



¿POR QUÉ HABLAR DE NITRÓGENO EN TRIGO?

En trigo, pocas decisiones pesan tanto como la del nitrógeno (N). En campañas donde cambia el clima, los costos y el potencial del lote, se debe definir bien la nutrición ya que esto puede marcar la diferencia entre un cultivo que apenas responde y otro que expresa gran parte de su potencial. Por eso, fertilizar no es solo “agregar nutrientes”: es una decisión de manejo que ayuda a capturar rendimiento, sostener calidad y ordenar mejor la inversión.

En la Argentina, buena parte de la harina se destina al pan tradicional, aunque también se utiliza para pastas, galletitas y otros panificados. Por eso, al pensar la nutrición del cultivo conviene hacerse siempre dos preguntas: **cuánto puede rendir y qué calidad se quiere alcanzar.**



¿CÓMO SE CONSTRUYE LA CALIDAD DEL GRANO?

La calidad del trigo empieza a construirse mucho antes de la cosecha. Se define con la variedad elegida, con el ambiente y, sobre todo, con la nutrición del cultivo desde etapas tempranas. En ese recorrido, el N ocupa un lugar central porque influye sobre el rendimiento, pero también sobre la proteína del grano y sobre características clave para la calidad panadera. En otras palabras: no conviene pensar la fertilización por un lado y el destino comercial del trigo por otro.

Las proteínas de reserva del trigo son las que ayudan a formar el gluten y, por lo tanto, explican buena parte del comportamiento de la harina. Cuando falta N, el problema no es solo que se pierdan kilos por hectárea: también puede caer la calidad del grano y reducirse la posibilidad de acceder a bonificaciones o mercados más exigentes. En suelos con limitaciones de fertilidad, este punto se vuelve todavía más importante.



¿QUÉ RESPUESTA PUEDE DAR EL CULTIVO AL NITRÓGENO?

Una manera sencilla de pensar la fertilización nitrogenada es mirar cómo responde el cultivo cuando se le agrega N en distintos ambientes: de bajo, medio o alto potencial. La pregunta no es solo cuánto aplicar, sino también en qué momento hacerlo y con qué estrategia. Ahí aparece una idea clave: el trigo no responde siempre igual, y esa respuesta cambia según la oferta inicial del suelo, el agua disponible y el techo productivo del lote.

En la práctica, esto significa que los primeros kilos de nitrógeno suelen generar las respuestas más grandes. A medida que el cultivo dispone de más N, cada kilo extra aporta menos rendimiento que el anterior. Por eso, diagnosticar bien el lote antes de definir la dosis ayuda a evitar dos errores frecuentes: quedarse corto y perder potencial, o sobre fertilizar sin lograr una respuesta que lo justifique.



FRACCIONAR LA DOSIS: ¿CUÁNDO CONVIENE Y POR QUÉ?

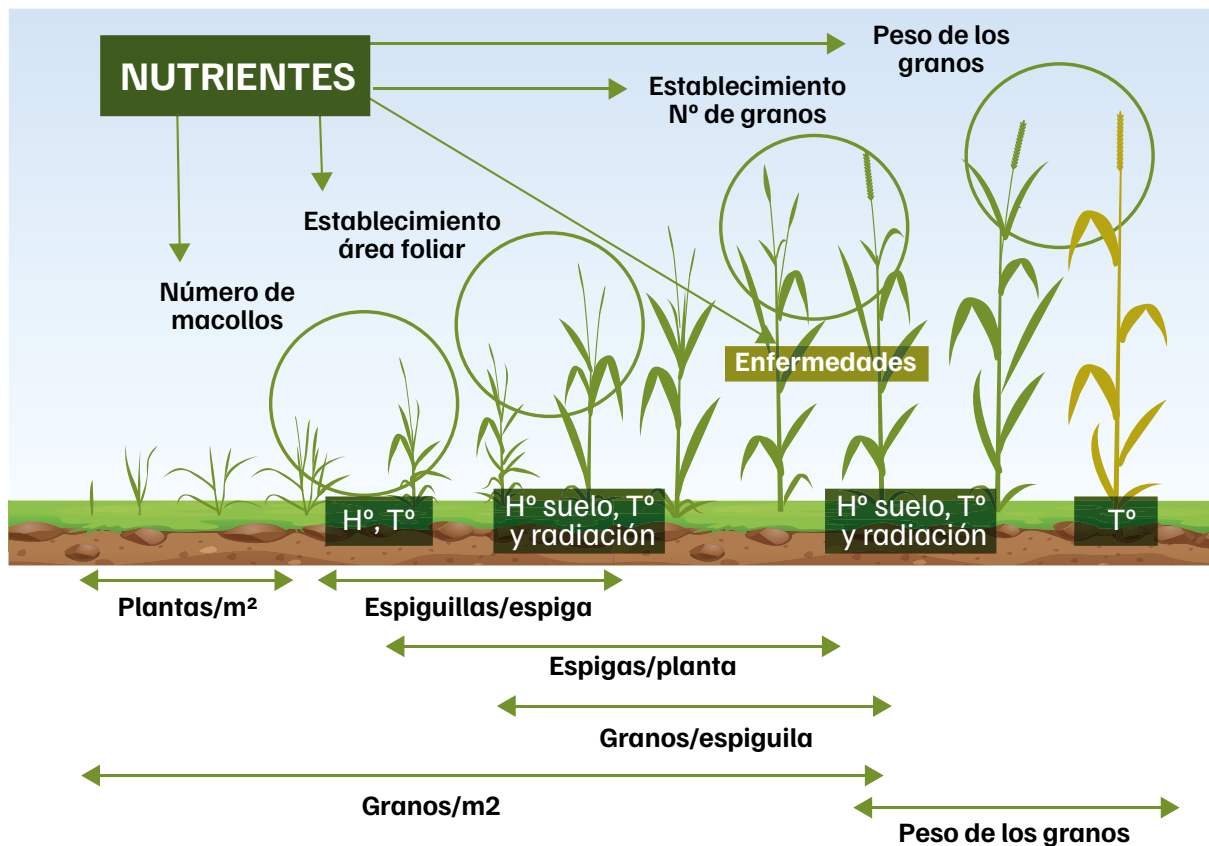
Cuando se habla de manejo del N, una de las preguntas más frecuentes es si conviene aplicar todo junto o dividir la dosis. En muchos ambientes de buen potencial, fraccionar la aplicación entre macollaje y encañazón

mejora la eficiencia de uso del nutriente y permite ajustar mejor la decisión. También tiene otra ventaja importante: reparte el riesgo y evita definir toda la inversión al comienzo del ciclo.

Gráfico 1.

Estadios de crecimiento del cultivo de trigo y procesos sobre los que incide la nutrición.

Fuente: adaptación gráfica de Slater and Rawson (1994).



En el **Gráfico 1** podemos observar los procesos sobre los que incide la nutrición en los distintos momentos de la aplicación de los nutrientes, observándose como el N influye en los estadios que definen el rendimiento (Nº de macollos; espiguillas/espiga, espigas/pl; peso de los granos).

Es importante recordar que estas etapas fenológicas ocurren un tiempo antes de que sean visibles a simple vista: cuando hablamos de "inicio de macollaje", este proceso puede estar iniciándose cuando solo vemos tres hojas desplegadas. El fraccionamiento adquiere todavía más valor cuando la incertidumbre económica y climática dificulta comprometer toda la inversión al comienzo del ciclo. Diferir una parte de la dosis permite comprar más tarde, reducir el riesgo de

decisiones prematuras y adaptar el manejo a la evolución real del lote.

Sin embargo, cuando pensamos en retrasar la aplicación de urea hacia encañazón, es clave considerar que se necesita agua en el sistema para incorporar el N y hacerlo entrar a la planta. En otras palabras, no solo mejora la eficiencia agronómica, sino también la gestión financiera de la campaña, siempre que se alineen las condiciones hídricas adecuadas.

En el sudeste bonaerense existe una elevada probabilidad de adecuada disponibilidad hídrica para los últimos días del mes de octubre, período de ocurrencia del estadio de hoja bandera (HB), por lo que es factible la aplicación de N complementaria en dicho estadio (Reussi Calvo y Echeverría, 2006).

En este sentido, Sainz Rozas *et al.* (2006) reportaron que la aplicación de N fraccionada entre macollaje y hoja bandera (HB) (Zadocks 40) produjo similares rendimientos y un mayor contenido de proteínas en grano que una dosis única aplicada al macollaje.

En ensayos propios realizados en conjunto con especialistas de nutrición del INTA Balcarce, se observó que aplicaciones con 130 kg/ha de urea en hoja bandera, incrementaron el rendimiento respecto al testigo (sin N), sin

embargo, el rendimiento y la eficiencia de uso de N, fueron menores que aquellos que recibieron 130 kg/ha de urea al macollaje, lo que indica que la aplicación en hoja bandera no reemplaza la fertilización de base, dado que la ocurrencia de severo estrés de N hasta hoja bandera afecta el rendimiento de manera irreversible. No obstante, estos resultados sugieren que la aplicación en hoja bandera permitiría corregir deficiencias de N resultantes de aplicaciones de base (al macollaje) insuficientes.



¿CÓMO OPTIMIZAMOS LA FERTILIZACIÓN?

Una fertilización eficiente implica optimizar la aplicación del **N, P y S**, sinergizando la acción de estos para una mayor respuesta del cultivo. Para ello es importante tener en cuenta las dosis, momentos y formas de aplicación óptimas para c/u de los nutrientes.

Nitrógeno (N): Determinar el requerimiento inicial de **N** y calcular la demanda total para el rendimiento potencial esperado. El **N** debe estar disponible para el cultivo entre macollaje e inicio de encañazón, momentos de mayor absorción. Hacia floración, el trigo habrá tomado aproximadamente el 80% del **N** que estará disponible durante el ciclo.

La disponibilidad temprana de **N** suele aumentar el rendimiento; aplicaciones tardías mejoran principalmente la cantidad y la calidad proteica del grano.



Distribución recomendada:

- Primer aporte: a los 20–30 días desde la emergencia (macollaje). Debe cubrir aproximadamente 2/3 del N total previsto y no ser inferior a 25 kg N/ha. Al decidir la dosis, considerar el estado hídrico del lote y la población real de plantas lograda.
- Segundo aporte: encañazón (~60 días desde la emergencia), se puede aplicar una tercera dosis de ~20 kg N/ha si existe buena perspectiva de rendimiento y/o precios favorables.
- Aplicación foliar: en hoja bandera puede complementarse con solución de urea al 20% para aumentar el porcentaje de proteína en grano cuando los contenidos proteicos están por debajo del 12%.

Fósforo (P): Existen dos criterios de recomendación: suficiencia y reconstrucción/mantenimiento.

- Suficiencia: aporta lo necesario para la implantación y desarrollo inicial del cultivo.
- Reconstrucción/mantenimiento: suma además fertilizante para elevar o mantener el nivel de **P** disponible en el suelo. En sistemas de doble cultivo trigo/soja, aplicar ~30% más de fertilizante fosfatado para aumentar la residualidad y beneficiar a la soja siguiente.

Si no es posible colocar el fertilizante en la línea de siembra (debajo y al costado de la semilla), aplicar al voleo incrementando la dosis en ~30% por la menor eficiencia. No colocar más de 120 kg/ha de DAP (equivalente a ~150 kg/ha de MAP o SPT) en la línea de siembra. Si el análisis de suelo indica mayor necesidad de P, aplicar el excedente en presiembra, junto con la última labor.

Azufre (S): Recomendar **S** principalmente en suelos arenosos o muy degradados con baja materia orgánica. Se utiliza como umbral orientador 10 ppm de S-SO₄; por debajo de ese valor puede esperarse respuesta a la fertilización con **S**, especialmente cuando hay alta respuesta al **N**.



¿QUÉ HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO AYUDAN A OPTIMIZAR LA FERTILIZACIÓN?

- Análisis de suelo: es la herramienta básica y fundamental para conocer los niveles de fertilidad de cada lote y orientar las decisiones de manejo.
- Análisis foliar: Los análisis en planta, realizados sobre tejidos en estadios fenológicos específicos, permiten evaluar el estado nutricional del cultivo para nutrientes puntuales y detectar déficits o excesos.
- Triguero: Basada en el modelo de simulación CERES wheat, esta herramienta integra información de suelo, clima y manejo para modelar la dinámica del nitrógeno (N), el crecimiento y el rendimiento del cultivo, facilitando la comparación de escenarios y la toma de decisiones.



TRIGUERO. EFICIENCIA AGRONÓMICA Y ECONÓMICA

Cuando se analiza la eficiencia del fertilizante, una pregunta resume muy bien el tema: ¿cuántos kilos adicionales de trigo se generan por cada kilo de N aplicado? Esa mirada ayuda a traducir una decisión técnica en algo mucho más concreto para el manejo del lote.

En términos generales, la respuesta del cultivo presenta una relación decreciente: los primeros kilos de N generan las mayores respuestas en rendimiento, mientras que, a medida que aumenta la disponibilidad total de N, la eficiencia marginal disminuye. Este comportamiento explica por qué las estrategias de manejo deben ajustarse según el ambiente, el potencial de rendimiento y la oferta inicial de nitrógeno del suelo.

Utilizando Triguero, desarrollado por la CREA, FAUBA y Profertil, es posible simular distintos escenarios para visualizar este concepto. Por ejemplo, para el núcleo Balcarce, comparando variedades de alto potencial y de potencial medio/bajo frente a un mismo insumo —urea— y considerando incluso una duplicación en el costo del fertilizante, se observa que los óptimos económicos de fertilización se desplazan en una magnitud

menor que el incremento del costo del insumo.

En contextos de relaciones insumo-producto ajustadas, el análisis económico de la fertilización adquiere todavía mayor relevancia. En el caso de la urea, el análisis no debería centrarse únicamente en el valor por tonelada de producto, sino en el costo por unidad de nitrógeno aportado.

La relación insumo-producto expresa cuántos kilos de trigo son necesarios para pagar un kilo de N aplicado:

Veamos un ejemplo:

- Una relación 4,8:1 (kg trigo/kg N) implica que se requieren 4,8 kg de trigo para cubrir el costo de 1 kg de N. Suponiendo un costo de urea de 500 U\$/Tn (1087 U\$/Tn N) y un valor de trigo de 225 U\$/Tn. **Gráfico 2.**
- Una relación 9,2:1 (kg trigo/kg N) representa un escenario considerablemente más restrictivo. Suponiendo un costo de urea de 950 U\$/Tn (2065 U\$/Tn N) y un valor de trigo de 225 U\$/Tn. **Gráfico 3.**

En este caso, tomando los valores como ejemplo para un análisis con costos reales al momento de la toma de decisión, podemos concluir que una modificación en el costo del insumo de +90%, requiere un ajuste del modelo de N de -13 kg N/ha (-8,2% en el ambiente potencial intermedio y -7,6% en el ambiente alto potencial)

Cuando la relación insumo-producto empeora, la decisión de fertilizar no cambia de manera proporcional ni automática. Si el fertilizante duplica su costo relativo, el nivel óptimo de aplicación no necesariamente cae a la mitad, ya que la respuesta depende de la forma de la curva y del potencial del ambiente. Por eso, la evaluación económica debe contemplar margen bruto, probabilidad de respuesta y escenario productivo, no solo el precio del insumo.



Gráfico 2.
Relación insumo/producto aprox 5:1, indica un nivel óptimo de N disponible de 159 kg N/ha y 171 kg N/ha.

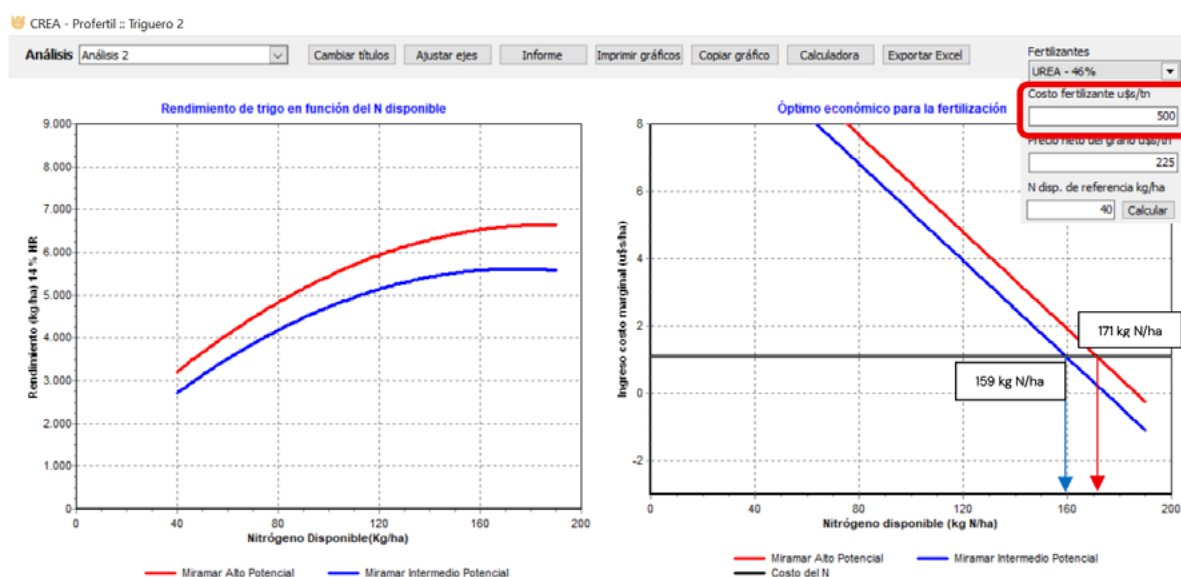
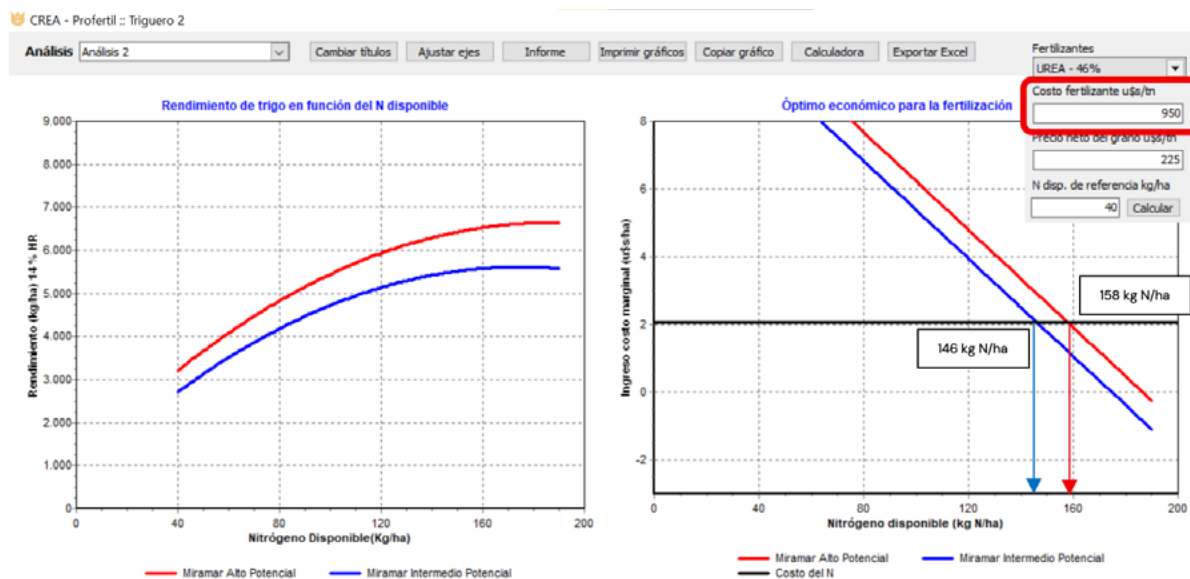


Gráfico 3.

Relación insumo/producto aprox 10:1, indica un nivel óptimo de N disponible de 146 kg N/ha y 158 kg N/ha.



OTRAS HERRAMIENTAS

Una herramienta útil para afinar la decisión es el uso de franjas saturadas con N dentro del lote. A partir de esas franjas, y mediante mediciones de índice verde, es posible estimar con mayor precisión la probabilidad de respuesta a una refertilización. Este enfoque mejora la calidad del diagnóstico y ayuda a sostener decisiones más objetivas durante el ciclo del cultivo.

En lotes con buena disponibilidad hídrica y potencial de respuesta, esta estrategia permite capturar oportunidades que muchas veces no se ven a simple vista. En lotes con limitaciones, en cambio, ayuda a evitar gastos que difícilmente se traduzcan en retorno económico. Así, la combinación entre diagnóstico de lote, fraccionamiento y monitoreo se vuelve una de las mejores formas de aumentar la eficiencia del nitrógeno.





COMENTARIOS FINALES

- La nutrición nitrogenada en trigo debe abordarse de manera integral, considerando en conjunto rendimiento, calidad y rentabilidad. No alcanza con definir una dosis promedio para todos los lotes: es necesario ajustar el manejo según ambiente, oferta inicial de N, potencial de rinde y relación insumo-producto. Cuando estas variables se integran, la fertilización deja de ser un costo y pasa a ser una inversión estratégica para el sistema.
- En resumen, una buena estrategia de nutrición requiere un diagnóstico preciso, el fraccionamiento de la dosis cuando el ambiente lo justifique y una evaluación económica basada en el costo por unidad de nitrógeno. También exige recordar que la calidad del trigo comienza a definirse desde las primeras decisiones de manejo. Desde esta perspectiva, el nitrógeno no solo ayuda a producir más, sino también a producir mejor.

Triguero se encuentra disponible para su descarga aquí:

DESCARGAR TRIGUERO 

Para quienes deseen profundizar en su uso, se dispone además de una serie de tutoriales que recorren sus principales funcionalidades:

TUTORIALES TRIGUERO 



www.profertil.com.ar



PROFERTIL