

Estrategias de Fertilización en Trigo

Autor: Ing. Agr. Fernando Miguez

Trabajo presentado en la Jornada de Trigo Revista Agromercado. Mayo 2004

Para esta misma fecha el año pasado muchos de los que sembramos trigo en el S de Santa Fe y N de Buenos Aires nos preguntábamos si abandonábamos el cultivo o le dábamos otra oportunidad. Las últimas cosechas no habían cubierto nuestras expectativas, especialmente la última, en la que por mejor que hubiéramos aplicado el paquete tecnológico los rendimientos apenas superaron los 25 q/ha. Los principales motivos del "fracaso" de la cosecha fueron climáticos, primeramente hubo 22 días de lluvias y lloviznas en el mes de Octubre, coincidente con el período crítico del cultivo cuando se define el número de granos/m² –entre la presión de enfermedades y la baja radiación se fijaron pocos granos-, y durante el llenado de los granos hubo una semana con máximas de 35 grados que lo hizo terminar abruptamente con el consiguiente menor peso de los granos.

Por suerte el año pasado decidí darle otra oportunidad al cultivo, manteniendo el mismo paquete técnico de años anteriores y como las condiciones ambientales fueron muy favorables obtuve muchos lotes que superaron los 50 q/ha llegando en un caso a los 63 q/ha. La principal diferencia fue que el año fue seco, con alta heliofanía y bajas temperaturas durante el ciclo del cultivo y especialmente durante la floración y el llenado de los granos. Al alto cociente fototermal se le sumó la napa freática cercana que proveyó los 150 mm. de agua que le hubieran faltado al trigo por las escasas lluvias.

Este cuento sirve para corroborar lo que decía el Ing. Soriano en el sentido de que el rendimiento de un cultivo es el resultado de la interacción de una serie de factores abióticos (fertilidad física y química del suelo, radiación, temperatura, agua, etc.); bióticos (plagas, enfermedades, malezas) con el genotipo y la estructura del cultivo. La interacción entre estos factores no es lineal ni aditiva, sino que hay retroalimentación entre ellos de modo que si nosotros modificamos uno de esos factores estaremos modificando el equilibrio, pero no necesariamente en la forma e intensidad buscada.

Cuando decidimos fertilizar un cultivo lo hacemos en la esperanza de "comprar" suficientes kilos extra de ese cultivo para obtener un beneficio económico por la práctica. Cuanto más conozcamos del cultivo y de la interacción entre los factores mencionados mayor probabilidad tendremos de obtener un rédito económico. En realidad estaremos tratando de remover supuestas limitantes nutricionales, en la esperanza de que el cultivo pueda expresar todo su potencial genético.

Por lo tanto la estrategia de fertilización puede buscar alguno de estos objetivos:

- Obtener el máximo beneficio económico de la práctica. Es el razonamiento habitual de un arrendatario de corto plazo y lo mide como \$ retornado/\$ invertido.
- Reponer los nutrientes que extrae el cultivo. Aquí estaremos buscando terminar la campaña con el mismo nivel de nutrición química en el suelo que teníamos antes de realizar el cultivo.
- Restablecer un determinado nivel de algún nutriente en el suelo, buscando corregir deficiencias genéticas del suelo o malos manejos anteriores.

- Fertilizar la rotación, buscando una estrategia de fertilización multianual, que contemple la extracción de los cultivos, reponiendo los nutrientes en aquellas especies que mejor respondan a la práctica.

Debemos tener en cuenta que el fertilizante que **aplicamos** al suelo debe primero pasar a una forma que esté **disponible** para el cultivo, no todo el fertilizante que ponemos estará disponible para el cultivo ya que puede volatilizarse, lixiviarse a capas fuera del alcance de las raíces, precipitar con algún compuesto del suelo, fijarse fuertemente a los coloides, ser absorbido por microorganismos del suelo, etc. Además debe estar disponible en el **momento** en que el cultivo necesita absorberlo.

Del total de nutrientes que están disponibles para el cultivo no todos son **absorbidos** ya pueden no ser interceptados por las raíces, o alguna restricción a la transpiración puede limitar la absorción de los nutrientes que ingresan a la planta por flujo masal.

Del total de nutrientes absorbidos no todos los **transforma en granos**, el cultivo de trigo puede presentar un "consumo de lujo" y quedar una parte importante de los nutrientes aplicados en el rastrojo –especialmente cuando la principal limitante al rendimiento no es el nutriente aplicado-.

Fósforo: El diagnóstico de deficiencias de fósforo para el trigo es relativamente sencillo. El análisis de fósforo disponible según el método de Bray I correlaciona bastante bien con la respuesta esperable para la fertilización. Según muchos ensayos podemos tomar un umbral medio de respuesta de 15 ppm., medidos en los primeros 20 cm., de suelo (según autores, zonas y rendimiento esperado, puede variar entre 12 y 18 ppm.), cuanto menor provisión de P tenga el suelo la respuesta a una misma dosis de fertilizante será mayor y la probabilidad de respuesta económica también lo será.

En las tablas y cuadros que siguen figuran los requerimientos, extracción y recomendaciones de fertilización fosforada. Una forma empírica de decidir la dosis, que al menos a mí me funciona bien tanto en el S de Santa Fe como en el SE de Buenos Aires, para rendimientos de hasta 70 q/ha es llevar la "disponibilidad" de P para el cultivo a 22 ppm. Digo que es empírica porque no todo el P que le agregamos con el fertilizante estará disponible para el cultivo, pero la falta de correlación entre el P suelo + el P fertilizante con el rendimiento indica que el nutriente no es limitante para el rinde obtenido. (Figura #).

Si pensamos en una típica rotación de S, T/Sj2, M; resulta más rentable reponer el P que extrae la rotación en el cultivo de trigo y en el de maíz ya que la soja responde poco al P a menos que el suelo tenga tenores muy bajos del nutriente. Por ello deberíamos agregarle al trigo al menos también lo que extrae la soja de 2da para mantener el nivel de P en el suelo.

Nitrógeno: Es bastante frecuente realizar las recomendaciones de fertilización utilizando el balance de nitrógeno del cultivo. En función del rendimiento objetivo se determina la demanda de N disponible que debería tener el cultivo. Se deben medir los kg/ha de N contenido en los nitratos en los primeros 60 cm., de suelo y le deberíamos agregar los Kg de N necesarios para llegar a una oferta cercana a los 120 kg de N/ha para un rendimiento objetivo de 40 q/ha.

El N debe estar disponible para el cultivo a fines de macollaje, principio de encañazón que es el momento en que la absorción es más activa. Debemos tomar en cuenta que si utilizamos urea como fuente de N, ésta necesita hidrolizarse y transformarse microbiológicamente en nitratos para poder ser absorbida por el cultivo. Un invierno frío y seco como el pasado puede limitar la disponibilidad de N para el trigo si aplicamos urea al macollaje. En las últimas campañas he reemplazado la urea por fertilizantes nitrogenados foliares (Diamon 1), con muy buenos resultados ya que se pueden aplicar hacia fines de macollaje, son absorbidos directamente por las hojas en forma amoniacal y se integran rápidamente a las cadenas carbonadas para formar aminoácidos por lo que tienen una eficiencia 5 a 6 veces mayor por unidad de N que los fertilizantes

aplicados al suelo. Una estrategia interesante para ajustar la fertilización N es agregar una dosis algo menor a la siembra a la recomendada por el método del balance, realizar análisis de jugo de base del tallo en espiga 1 cm., y agregar en ese momento el N suficiente para cubrir la posible deficiencia que pudiera existir. De esta forma obtengo información valiosa sobre el estado nutricional del cultivo en ese momento y además está claro que calidad de cultivo he obtenido (densidad de plantas, uniformidad, control de malezas, agua disponible en el suelo, etc.), pudiendo mejorar la calidad de la decisión.

Los modelos de simulación CERES agregan el factor climático y en función a la probabilidad de ocurrencia de varios escenarios, el modelo simula fotosíntesis y predice la probabilidad de respuesta a la fertilización nitrogenada.

Hay algunos indicios de que un exceso de fertilización nitrogenada en siembra directa puede tener algún "carry over" por mejor relación C:N del rastrojo, que liberaría nitratos para el cultivo siguiente en mayor medida que el rastrojo de un cultivo no fertilizado, pero todavía no hay datos consistentes en este sentido.

Calidad de grano: Si bien resulta bastante difícil obtener un mayor precio por trigo de calidad, vender el trigo discriminado por calidad es una importante asignatura pendiente, podemos tener una aproximación a la modificación en el tenor de proteína en el grano esperable como efecto de una fertilización N tardía en el cultivo (Figura)

De acuerdo al resultado de una serie de ensayos que he conducido a lo largo de cuatro campañas con distintas variedades de trigo es esperable un aumento en el porcentaje de proteína de los granos si los testigos sin fertilizar tiene valores menores a 12 %. La ecuación de la figura indica la respuesta esperable, tomando solamente la bonificación (o castigo) por tenor proteico la práctica resulta levemente rentable, en especial para corregir deficiencias de proteínas en cultivos donde se esperan altos rendimientos. La ecuación económica puede cambiar drásticamente si logramos un sobreprecio razonable por trigo de mayor calidad. Como resulta imposible predecir el comportamiento del clima durante el llenado de los granos, que en gran medida puede definir el tenor de proteína para una misma disponibilidad de nitrógeno a floración, deberíamos tratar de buscar una correlación entre alguna medición factible de ser hecha en Zadock 39 y el tenor de proteína en los granos esperable, como ser el N Spad (ver Figura #).

La aplicación de N puede hacerse con fertilizantes foliares en hoja bandera junto con los fungicidas por lo que no genera una complicación logística importante, ni un costo extra de aplicación.

Azufre: Solamente es esperable encontrar respuesta a la fertilización azufrada en suelos arenosos o muy degradados por muchos años continuos de agricultura minera. Se indica 10 ppm de S-SO₄ como umbral de respuesta, y que ella es esperable en situaciones donde la respuesta al N es muy alta. El trigo por lo general responde poco al S. Hay algunos ensayos que indican que en trigos con altos rendimientos (y elevada fertilización con P y N) el rendimiento de la soja de 2ª se deprime, y en ese caso el agregado de S a la fertilización del trigo genera una buena respuesta en soja. Se requieren más ensayos para poder generalizar una recomendación.

Micronutrientes: El trigo es relativamente poco exigente respecto de los elementos menores, se han indicado valores bajos de Boro tanto en suelo como en planta en algunas regiones del SE de Buenos Aires, pero sin respuesta a su aplicación. La bibliografía indica que el Cobre es el micronutriente que requiere en mayor proporción, pero tampoco se ha informado sobre respuesta consistente a su aplicación.

Conclusiones:

La fertilización busca neutralizar posibles deficiencias nutricionales del cultivo para no limitar la expresión de su potencial genético, pero el rendimiento final es el resultado de la interacción de muchos factores lo que determina que siempre exista un cierto grado de incertidumbre respecto del resultado.

Por medio de la fertilización fosforada podemos mantener o restablecer un determinado nivel del nutriente en el suelo, es por ello que debemos pensar en fertilizar la rotación más que el cultivo, aprovechando la demostrada residualidad de la práctica.

Los diversos métodos de diagnóstico disponibles para evaluar el estado nutricional del suelo y del cultivo permiten ajustar la fertilización nitrogenada tanto para optimizar el rendimiento en volumen, como para mejorar el tenor proteico de los granos.

Con la fertilización, como en la mayoría de las cosas primero debemos tener en claro que queremos hacer. En función de ese objetivo tenemos muchas herramientas disponibles para implementar una estrategia correcta y lograr un buen ajuste de la práctica.

CULTIVO	Rendimiento	N	P	K
Trigo	3000 kg	105	17.5	55
Soja	3360 kg	288	54	209
Maíz	6000 kg	175	77.5	130
Girasol	1000 kg	89	16	90

Cuadro 1: Kilogramos de nutrientes absorbidos por varios cultivos en función de su rendimiento.

Nutriente	Trigo de 3000 kilos	
	Necesidad	Extracción
	Kilos/hectárea	
Nitrógeno	105	72
Fósforo	17.5	12
Potasio	55	10
Calcio	9	1
Magnesio	9	5
Azufre	14	3
	Gramos/hectárea	
Boro	75	
Cobre	30	23
Hierro	411	
Manganeso	210	76
Zinc	156	69

Cuadro 2: Absorción y exportación de nutrientes por parte del cultivo de trigo

Bray I (ppm)	Rendimiento objetivo q/ha	Kg de 18-46-0 a agregar kg/ha
3 a 5 ppm	30-35	110
	35-40	120-130
	40-50	140
6 a 9 ppm	30-35	100
	35-40	110
	40-50	120-130

10 a 12 ppm	30-35	60-70
	35-40	80-90
	40-50	100
	55-60	120
13 a 15 ppm.	30-35	50-60
	35-40	65-70
	40-50	75-80
	55-60	90-100
16 a 18 ppm	30-35	40-45
	35-40	50-55
	40-50	60-65
	55-60	70-75

Cuadro 3: Dosis de PDA a agregar en función del rendimiento objetivo.

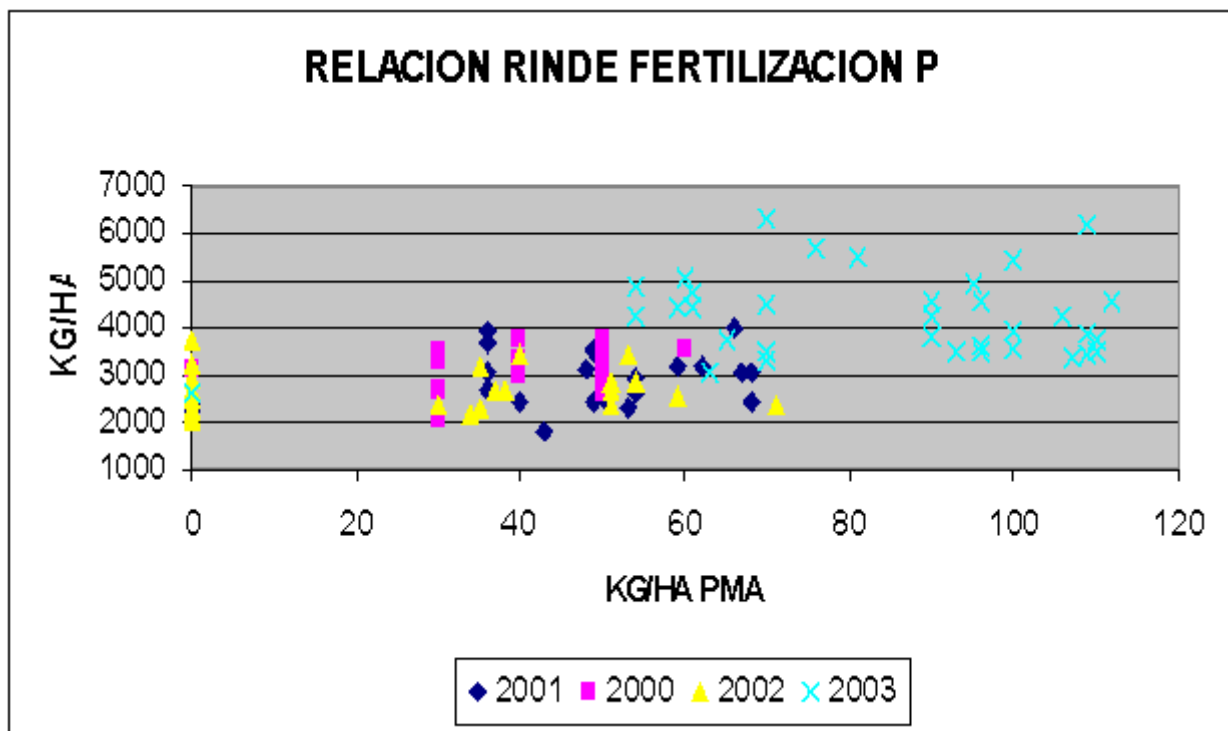


Figura 1: Relación entre el rendimiento y la fertilización fosforada, 100 lotes de trigo durante 4 campañas en el S de Santa Fe.

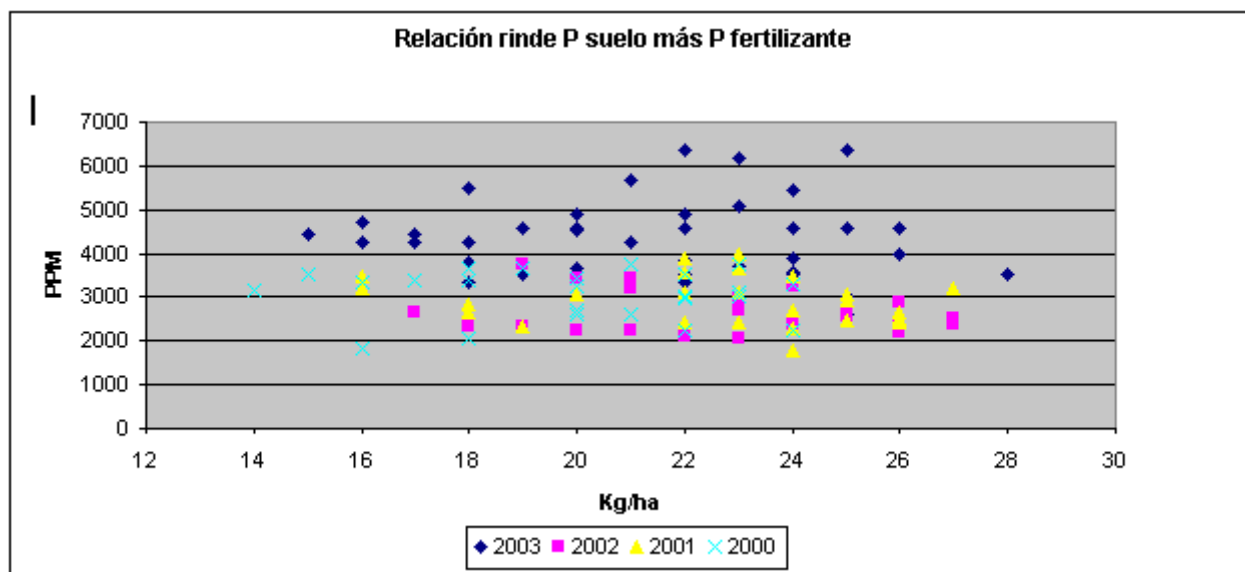


Figura 2: Relación entre el rendimiento y el P suelo más P fertilizante, 100 lotes de trigo durante 4 campañas en el S de Santa Fe.

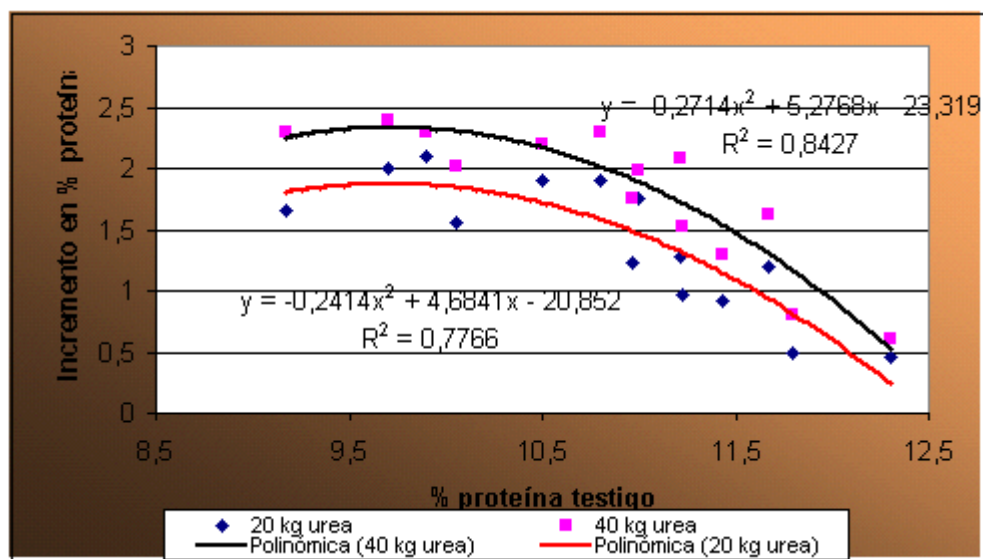


Figura 3: Ecuación de respuesta al agregado de 20 y 40 kg de N en floración en función del nivel de proteína de los testigos.