

## Rotación y fertilización: la ecuación que mejora los rindes

*Ing. Agr. Gustavo Ferraris – INTA Pergamino*

**El análisis de un esquema basado en maíz-soja-trigo/soja demuestra cómo crece la productividad de los cultivos cuando se aumentan las dosis de fertilización; la importancia del fósforo en el suelo.**

En una secuencia de cultivos maíz-soja-trigo/soja en la localidad de Arribeños (General Arenales), provincia de Buenos Aires, durante la campaña 2006/07, siendo maíz el primer cultivo implantado, seguido de soja en el ciclo 2007/08 y trigo/soja en 2008/09, se evaluaron cinco estrategias de fertilización en orden creciente de dosis de nitrógeno, fósforo y azufre aplicadas al voleo, a la siembra de cada uno. Los cultivos crecieron bajo condiciones ambientales favorables durante los dos primeros años, y con estrés hídrico, el tercero.

Los tratamientos se plantearon en un diseño en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones.

Durante el ciclo 2008/09, se aplicaron a la siembra del primer cultivo (trigo), contemplando las necesidades de la rotación trigo-soja.

<b>Estrategias</b>	Tratamiento y dosis de nitrógeno, fósforo y azufre aplicados en los diferentes cultivos								
En Kg / hectárea									
NITROGENO: N	 MAIZ (2006/07)			 SOJA (2007/08)			 TRIGO/SOJA (2008/09)		
FOSFORO: F									
AZUFRE: S									
<b>Criterio de fertilización</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>S</b>
Testigo sin fertilización (T1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tecnología uso actual (T2)	46	16	0	0	16	0	46	16	0
Reposición PS rendimiento objetivo medio (T3)	69	30	18	0	22	12	78	31	15
Reposición PS rendimiento objetivo alto (T4)	68	36	22	0	26	15	103	42	20
Reposición S reconstrucción P rendimiento objetivo alto (T5)	89	52	22	0	42	15	103	58	20

## Las respuestas

En todos los cultivos se observaron diferencias significativas en los rendimientos a favor de los tratamientos fertilizados, siendo cuantitativamente mayores en el cultivo de maíz, aunque se mantuvieron proporcionalmente estables bajo condiciones de estrés hídrico como las registradas en la secuencia trigo/soja.

**El aumento de rendimiento entre dosis máxima y testigo alcanzó a 49% en maíz, 29% en soja, 49% en trigo y 75% en soja de segunda.**

El maíz fue el cultivo donde el incremento en kg/ha de rendimiento a causa de la fertilización alcanzó la mayor magnitud, aunque en términos relativos se mantuvo estable durante los tres años.

En el maíz implantado durante la campaña 2006-07, los rendimientos se incrementaron significativamente hasta el tratamiento T4 (reposición para altos rendimientos). Es decir, los tratamientos de máxima dosis de N (T4, T5) alcanzaron los mayores niveles de productividad, no difiriendo significativamente entre sí.

En el cultivo de soja, las estrategias de fertilización determinaron diferencias significativas en los rendimientos. El tratamiento de máxima (T5, reconstrucción de P) superó significativamente al resto de los tratamientos fertilizados y, a la vez, éstos superaron al testigo.

En trigo, a pesar de las condiciones ambientales desfavorables, se cuantificaron diferencias significativas en los rendimientos. Dado que la eficiencia de uso de N (EUN) para rendimiento fue baja, de lo cual da cuenta el alto contenido de proteína (datos no presentados), es probable que factores químicos, físicos y biológicos hayan interactuado para crear un ambiente de mejor crecimiento en los tratamientos con superior historia de fertilización y rendimiento en los años anteriores.

Similar reflexión cabría para el comportamiento de la soja de segunda, cultivo en el cual a pesar de los bajos rendimientos, se observaron igualmente diferencias significativas entre tratamientos.

El aumento de rendimiento entre dosis máxima y testigo alcanzó un 75% en la soja de segunda. La productividad acumulada de la secuencia de cultivos acompañó la tendencia de dosis e inversión en fertilizantes incrementando los rendimientos en forma sistemática.

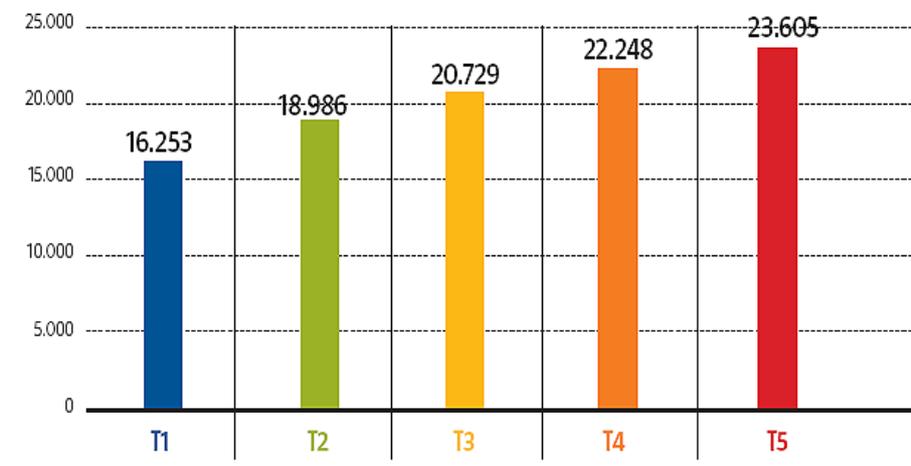
Aún la estrategia de reconstrucción de P (T5), proyectada para mejorar los niveles del nutriente y los rendimientos del cultivo en el mediano y largo plazo, logró en este breve lapso incrementar los rendimientos en forma considerable con relación a la precedente (T4).

El balance de N fue negativo para todas las estrategias, si no se considera el aporte por fijación biológica (FBN) en soja.

## Resultados

Producción media (kg/ha) por cultivo acumulada en una secuencia maíz - soja - trigo/soja

### Distintas estrategias de fertilización



### Balance de Nutrientes

Aún ponderando los ingresos por fijación biológica, la extracción de N difícilmente podría ser compensada, como se ha observado en numerosas experiencias.

En S y para todos los cultivos, los tratamientos testigo y de mínima reflejaron un balance negativo (T1, T2), mientras que aquellos que preveían la reposición sobreestimaron la extracción del nutriente dando como resultado un balance positivo (T3, T4, T5).

En el caso de P, tal la tendencia esperada, el balance fue muy negativo para T1 (testigo), ambivalente en T2 y T3, y siempre positivo en los dos tratamientos de máxima dosis (T4, T5).

### Suficiencia, reposición o reconstrucción

Estrategias de suficiencia, reposición o reconstrucción de P generan cambios de su disponibilidad en el suelo.

Anualmente se estableció una relación entre el P disponible a la cosecha del cultivo (Bray 1, 0-20 cm) y el balance de P generado en los diversos tratamientos. Conforme a la función ajustada, sería necesario agregar 10,7; 9,9 y 12 kg P ha<sup>-1</sup> para incrementar el nivel en el suelo en 1 mg P kg<sup>-1</sup> luego de una, dos o tres ciclos de cultivo, respectivamente.

En investigaciones recientes, en la región sur de Santa Fe se determinó la necesidad de un saldo positivo de entre 6,3 y 13,6 kg P ha<sup>-1</sup> según rotación y nivel

inicial de P, arcilla y materia orgánica, para alcanzar similar incremento. La necesidad de agregar una dosis mayor durante el último año surgió de un bajo nivel final de P, aún con bajos rendimientos y, como consecuencia, balance positivo de nutrientes para la mayoría de las estrategias. El nivel bajo de P en suelo podría atribuirse a una reducida mineralización de la fracción orgánica, a causa de las bajas temperaturas y muy escasas precipitaciones acontecidas durante otoño e invierno de 2009.

**El análisis a mediano plazo permite evaluar mejor prácticas como la rotación y la fertilización, ya que sus efectos no son solo mediatos, sino se ven a través de los sucesivos cultivos y años.**