MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN EN ROTACIONES SOJA –MAÍZ ZAFRIÑA EN SUELOS ARENOSOS DE PARAGUAY

Ricardo Melgar y Ezequiel Gill
rjrmelgar@gmail.com

EL AMBIENTE DE PRODUCCIÓN

En un emprendimiento de producción en Paraguay, llevado a cabo en varios campos del Dto. De San Pedro con suelos Ultisoles arenosos, por varios años se generaron recomendaciones de fertilización para soja y maíz de zafrina o segundo cultivo. Son suelos de textura arenosa en casi todo el perfil, cuyo horizonte B se encuentra en transición suave hacia una textura más arcillosa, normalmente a los 60 a 70 cm. No posee problemas de acidez derivado de la presencia de aluminio, pero no tiene una alta saturación de bases.

El resumen presentado se basa en los lotes de 3 campos con diferencias de productividad por ambiente, básicamente tipo de suelo: San Ramón, Ibicai y Fortuna. Cada Campo tenía un rango entre 25 y 37 lotes de un promedio de 100 has y comenzaron a producir granos luego de muchos años previos de uso pastoril intensivo.

Si bien los rendimientos son muy bajos en relación a otras zonas de producción, el clima permite ubicar más de un cultivo por año, intensificando la productividad anual antes que la productividad por cultivo. Teórica e idealmente la máxima ocupación posible del terreno, asumiendo un período entre siembra y cosecha de 120 días, es de 3 cultivos por año. Consideraciones prácticas, y en especial el riesgo de heladas o de sequías durante el invierno limitan esta posibilidad. Las rotaciones más frecuentes eran Soja – Maíz de Zafrina. Pero por la necesidad de escalonar las siembras de soja con cultivares de distinto ciclos de madurez

Tabla 1.

Rendimientos de los cultivos de la rotación y valores esperados de extracción de P y K por t de Soja, Maíz y Girasol.

Cultivo	Época de Siembra	Mediana 3 a 5 zafras	75% Mejores años	Extracción	
		t/ha		Kg P/ha	Kg K/ha
Soja	Temprana	1,8	2,9	21	56
	Intermedia	2,5	2,9	21	56
	Tardía	2,1	2,7	19	51
Maíz	Temprano	4,4	4,9	15	20
	Intermedio	4,1	4,9	15	19
	Tardío	1,7	3,7	11	15
Girasol	Temprano	1,0	1,5	6	10
	Tardío	1,6	1,9	8	13

es posible intercalar Girasol, siguiendo con Soja(Corta) y luego Maíz Zafriña , que continúa con Soja de ciclo más largo y Maíz Zafriña, llevando la intensidad de ocupación a 2,5 cultivos por año, (5 en 2 años). Así: Girasol -Soja (Corta)- Maíz Zafriña - Soja (Larga) - Maíz Zafriña, y volver a girasol.

INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA REALIZAR LAS RECOMENDACIONES

Anualmente cada lote de unas 100 has en promedio se muestreaba entre mayo y junio para enviarse al laboratorio y disponer de los resultados antes del comienzo de la zafra. Los valores de P y K se expresaban en ppm con el extractante Mehlich 1.

Como umbral de suficiencia se utilizó una calibración local (Cubilla, 2005) que indicaba un nivel crítico (NC) de 12 ppm para P, valor que se modificaban según el contenido de arcilla, aumentando el nivel crítico según el mayor poder regulador de fósforo del suelo. Para suelos con contenidos de arcilla menores a 33%, el valor crítico se modificaba multiplicaba por un factor de "coeficiente tampón para P" igual a:

Valor crítico = 28 – 0,6 * x Contenido de arcilla (%) [1]

Es decir, un suelo con 10 % de arcilla el valor crítico utilizado era de 28 – 6 = 22 ppm

Para potasio, el umbral de suficiencia utilizado era de 75 ppm (Wendling, 2005), y se consideraban y las cantidades de K recicladas por el rastrojo, además del nivel de disponibilidad de cada nutriente indicado por el análisis de suelo. Tanto las calibración para P como para K habían sido realzadas con el extractante Mehlich 1.

Para determinar las necesidades de fertilización, además del umbral crítico, se consideraba la demanda de nutrientes según la expectativa de rendimientos de los mejores en base a un historial determinado por la simulación de rendimientos según el clima histórico y el suelo. La determinación del rinde objetivo equivalente aproximadamente a un 90% de los máximos esperados según los rendimientos históricos (25% mejores años) determinaba la demanda de nutrientes según los valores de extracción en el grano tomando los valores publicados por Ciampitti y Garcia, 2004.

La fertilización se recomendaba no exclusivamente basada en el criterio de suficiencia sino también considerando la extracción de K y P de cada cultivo de la rotación. Las recomendaciones apuntaban a aplicar suficiente P y K para alcanzar el nivel crítico a partir de los cálculos de disponibilidad más la cantidad de P y K extraída por la expectativa de rendimiento del lote de los dos cultivos soja y maíz.

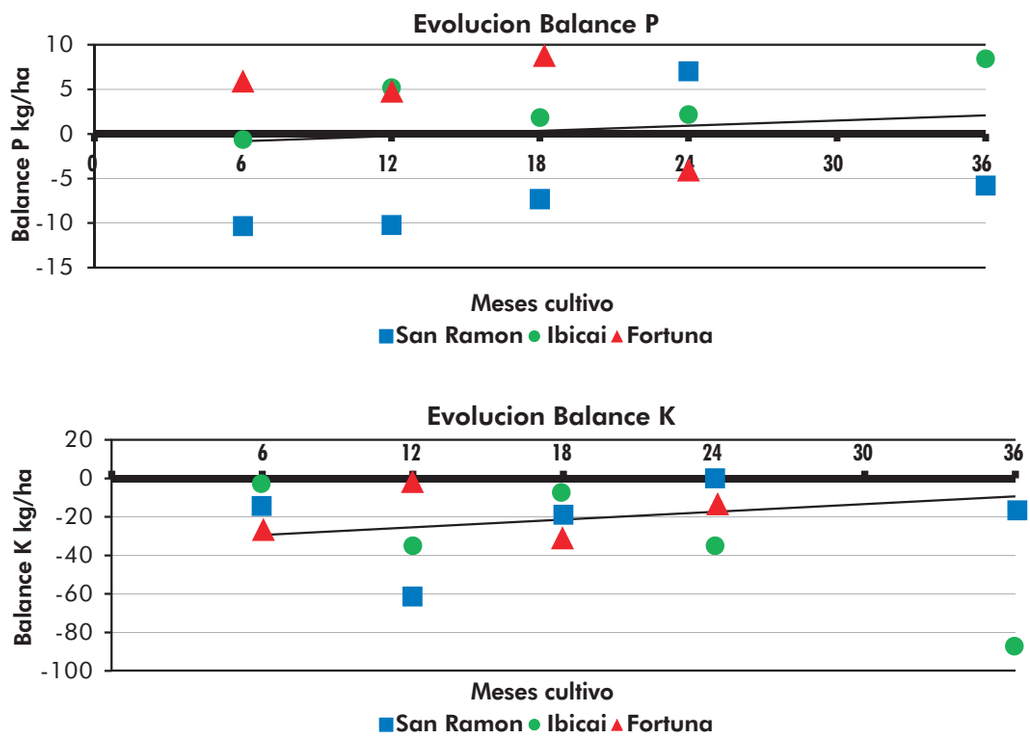
Según el nivel de análisis suelo de cada lote de ese año se determina la diferencia a cubrir entre éste y el nivel crítico (NVC) mencionado antes. Éste se corrige por el contenido de arcilla (poder regulador suelo) según la fórmula de más arriba [1].

La diferencia (ΔP) de fósforo en ppm a agregar se transforma a kg/ha considerado un factor de 2 (en base a una capa 0-15 cm y una densidad aparente de 1.3 kg/dm3). Se le agrega la extracción esperada por los dos cultivos de la rotación.

La recomendación y la fertilización se realiza sobre la base del P,

Figura 1.

Evolución de los balances de nutrientes a lo largo de 3 años de cultivo en tres campos del Paraguay. Cada punto es el promedio de 25 a 35 lotes.



ya que las formulaciones disponibles en el mercado local con K son pocas y de bajo grado en potasio (0-30-10 o 0-30-15). Normalmente se decide usar Superfosfato triple (0-46-0) o una formulación con K según los balances para K. Si estos surgen como neutros o levemente negativos para K se recomendaba SPT, sino la formulación con potasio.

Por la planificación puede haber ajustes menores de dosis efectiva aplicada según el stock disponible en finca

Para el cultivo de segunda, o Zafriña se estima el P remanente según la diferencia entre fertilización aplicada en la zafra con la extracción ocurrida al rinde real de la soja de zafra o de primera, y luego se re-calcula el fósforo disponible según el análisis pre-zafra y el balance del P remanente. A partir de este dato se estima la necesidad de reposición para el maíz Zafriña al rinde esperado. Asimismo, se calcula las necesidades de N para el cultivo, sea maíz o girasol. En la campaña siguiente el muestreo indicaba la recomendación repitiéndose el proceso.

RESULTADOS

Luego de cuatro años los indicadores de respuestas de los cultivos, balances de nutrientes y nivel de análisis de suelos indicaron un manejo apropiado.

»El balance resultante y tendencia a lo largo del tiempo

La figura 1 muestra el balance de P y de K, tomando la diferencia promedio entre las cantidades aplicadas y las extraídas por la producción en 36 meses de cultivo. La línea azul y roja muestran la tendencia general para fósforo y potasio respectivamente. En el caso de fósforo el balance es neutro con una leve tendencia positiva, mas allá de las diferencias entre campos. Mientras que el balance de potasio en todo el periodo el balance es negativo pero con tendencia a equilibrarse.

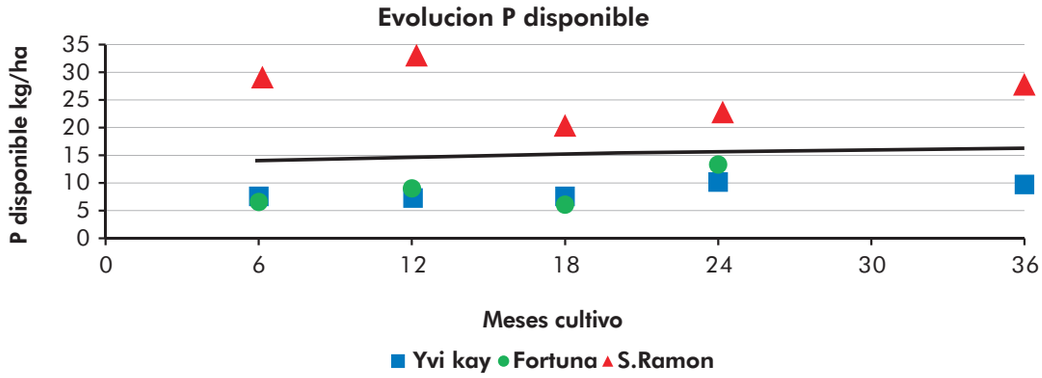
»Evolución del nivel de disponibilidad de P y K en el suelo.

En la figura 2 se muestra la variación de los valores de análisis de suelo de fósforo y potasio en la capa superior. Claramente la tendencia del fósforo es estable mientras que la del potasio es declinante. Es el resultado de un balance equilibrado para el primero, se repone lo que se extrae, y otro desbalanceado para el potasio, en donde, a pesar de revertirse la tendencia, los primeros años el aporte fue claramente insuficiente y condujo a una disminución con el tiempo.

Lamentablemente no se disponen de mezclas físicas con el grado deseado o de la relación P y K necesaria para balancear el alto requerimiento de K de la soja. La alternativa es aplicar K en mezclas físicas con urea para la fertilización en cobertura del maíz Zafriña. En Brasil se dispone de esa formulación en una proporción de 2 a 1, o 3 a 1 de una mezcla de cloruro de potasio y de urea, pero no en el mercado paraguayo.

Figura 2.

Disponibilidad de fósforo y potasio en la capa superior promedio de cada campo a lo largo del tiempo. Cada punto es el promedio de 15 a 35 lotes de 100 has cada uno. La disponibilidad se estima en función del valor de concentración del nutriente indicado por el análisis de suelo y una densidad aparente de 1,3 kg/dm3 en los 15 cm superiores del suelo.



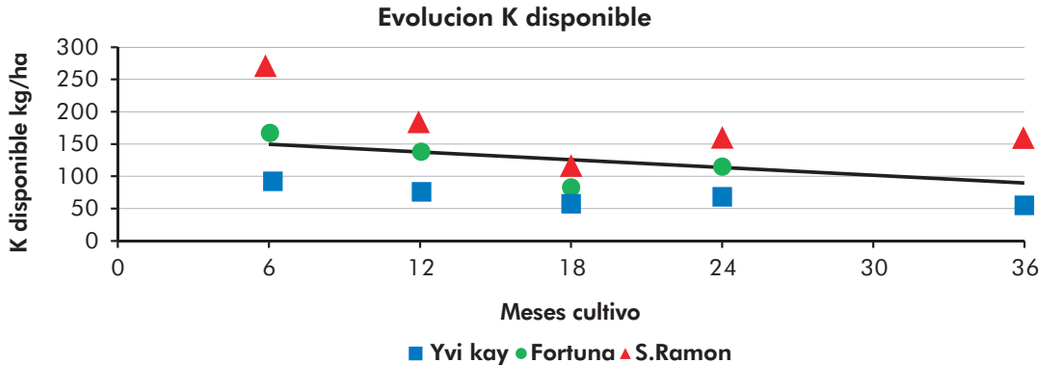
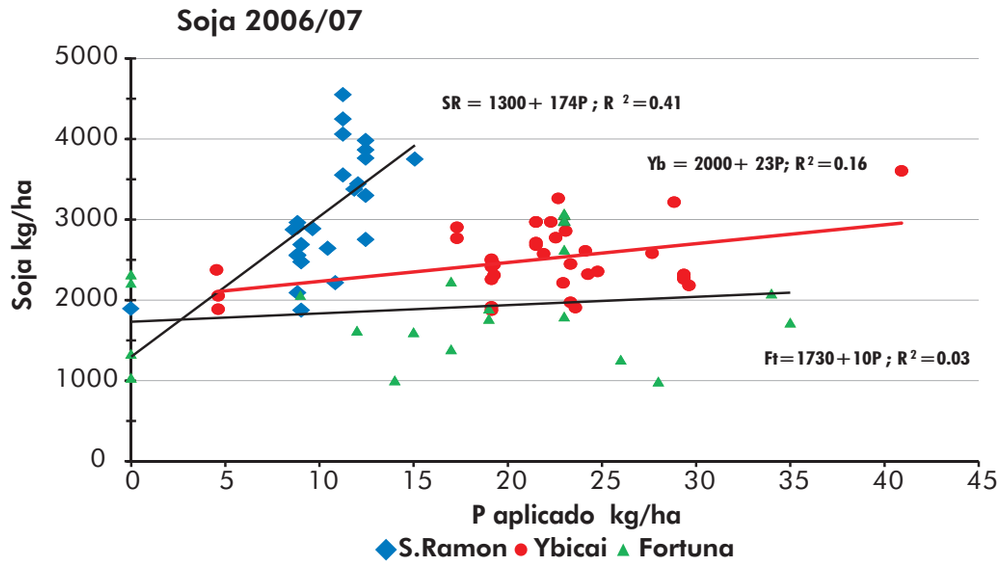
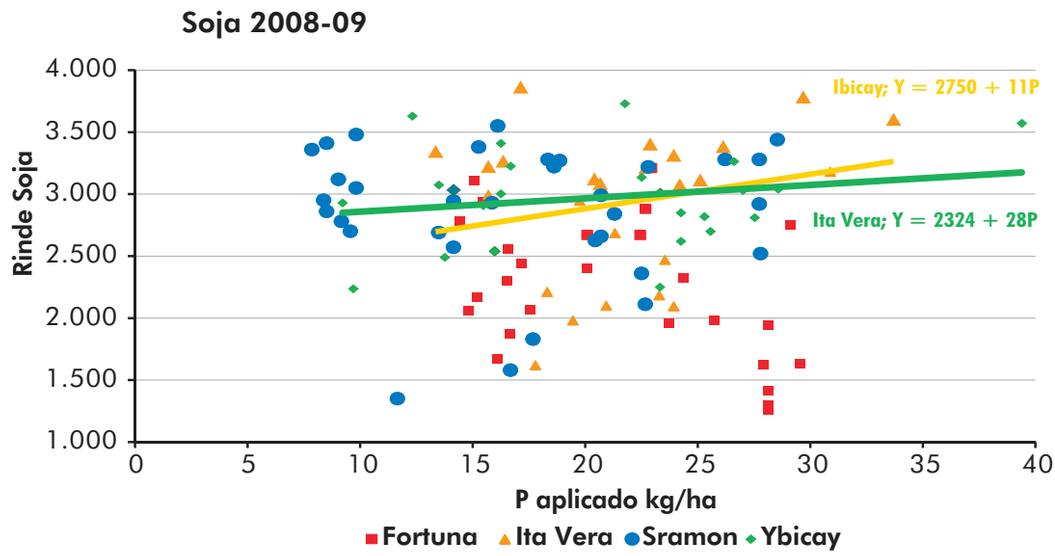
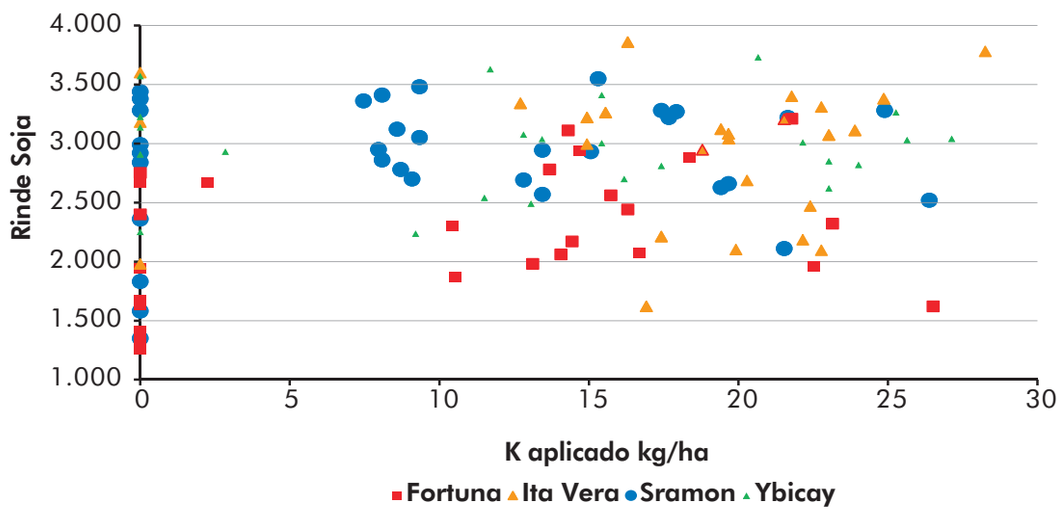


Figura 3.

Relación entre los rendimientos de soja (dos campañas) y el fósforo y potasio aplicados en todos los lotes, agrupados según el establecimiento.







Agregar nutrientes por encima del nivel crítico no implica mayores rendimientos y por ende menor resultado económico

»Respuestas de los cultivos a la fertilización

La figura 3 muestra la relación general de cada lote entre el rendimiento de soja de dos campanas y las cantidades de fósforo aplicado en la campanas 2006-7 y 2008-9, y de potasio en un único agrupamiento. Los agrupamientos realizados por cada campo/ambiente indican la respuesta promedio, en la ecuación sobre cada línea de tendencia. Hay aumento de rinde al aumentar el P aplicado en soja en algunos campos, pero el P aplicado puede ser insuficiente en algunas situaciones motivadas por rindes superiores a los esperados. Las relaciones de precios entre el costo del fósforo y de la soja debían ser superiores a 10 para ser rentables, es decir, 10 kg de soja por kg de P aplicado. Por eso puede inferirse de las figuras que las recomendaciones de fertilización satisfacían el objetivo económico de la empresa.

En contraposición, la fertilización realizada de potasio no mostró relación alguna con los rendimientos, a pesar de que el rango aplicado fue amplio. Normalmente los niveles del suelo no caían por debajo del nivel crítico (75 ppm o 150 kg/ha de K disponible) por lo que la fertilización atendía más que nada la reposición de lo extraído y exportado en el grano. En contraste con el fósforo, la fertilización para reponer el K extraído, aunque insuficiente, no resultaba en un retorno económico, indicando que en general solo podía satisfacerse el objetivo ambiental de la empresa, conservando los niveles de K en el suelo. No hay aumento de rinde al aumentar el K aplicado en soja y el K aplicado contribuye a mantener el balance de lo exportado, aunque no totalmente neutro.

CONCLUSIONES

Agregar nutrientes por encima del nivel crítico no implica mayores rendimientos y por ende menor resultado económico.

El concepto de reconstruir los niveles de nutrientes implica fondear un recurso monetario muy importante en términos de valor de fertilizante, y una aplicación generosa no siempre tiene el retorno económico previsto.

A través de la evolución de los niveles de fósforo se demuestra que fertilizar un sistema de producción siguiendo el criterio de suficiencia no resulta en una disminución de los niveles de nutrientes por debajo del nivel crítico. También, la evolución de los niveles de potasio demuestra que fertilizar por debajo de la reposición implica una segura disminución de los niveles de disponibilidad del suelo.