

EVOLUCIÓN DE NUTRIENTES DEL SUELO EN DIFERENTES ROTACIONES ARROCERAS MANEJADAS CON DISTINTOS CRITERIOS DE FERTILIZACIÓN

J. Castillo¹, I. Macedo², J. Terra³

PALABRAS CLAVE: N-P-K-Mg, nivel de suficiencia, reposición

INTRODUCCIÓN

En el pasado reciente, la inclusión de la soja en la rotación arroceras uruguayas hizo considerar la dinámica de nutrientes en el largo plazo ya que se incluían cultivos con requerimientos mayores a los de la situación típica (rotación arroz-pasturas). Varios trabajos han estudiado la evolución de nutrientes en suelo frente a la intensificación agrícola (De Battista *et al.* 2005) así como los cambios en la productividad lograda debido a variaciones en las fuentes y cantidades de nutrientes utilizadas para el mantenimiento de la productividad en el largo plazo (Yang *et al.* 2011). En tal sentido, una mirada de largo plazo que ayude a anticiparse a potenciales problemas nutricionales del suelo es necesaria como forma de realizar las correcciones nutricionales más adecuadas.

El objetivo del trabajo fue reconstruir la evolución del potencial de mineralización de N (PMN), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg), en un ciclo de rotaciones de arroz con pasturas y/o otros cultivos, las que han obtenido en este período muy altas productividades independientemente de la rotación y el manejo de la fertilización realizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información fue obtenida del experimento de rotaciones de largo plazo de INIA "arroz-pasturas-otros cultivos", ubicado en la unidad experimental Paso de la Laguna, entre los años 2012-13 y 2016-17. Este experimento evalúa 6 rotaciones (R) que incluyen arroz con diferente grado de intensificación. Las mismas son: R1=Arroz continuo, R2=Arroz-Soja-Arroz-Sorgo, R3=Arroz-Pastura mezcla corta (1,5 años), R4=Arroz-Arroz-Pastura mezcla larga (3,5 años), R5=Arroz-Soja-Soja-Arroz-Pastura intermedia (2,5 años) y R6=Arroz-Soja. En cada rotación son incluidos trébol alejandrino o raigrás como cultivos de cobertura. Mientras que el trébol es antecesor de todos los arroces y sorgos de las diferentes rotaciones, el raigrás lo es de las sojas salvo en la R4 (testigo tecnológico) donde es utilizado raigrás entre los 2 arroces simulando las situaciones de producción reales. En esta plataforma, todas las fases de la rotación están presentes en el mismo año por lo que los valores presentados corresponden al promedio anual de cada fase para una rotación dada. El manejo de la fertilización de las rotaciones es según 2 criterios. Mientras los cultivos integrantes de las R1 y R6 son fertilizados por el criterio de reposición de nutrientes, los cultivos de las restantes rotaciones son fertilizadas según nivel de suficiencia (Macnack *et al.* 2011). En cada año, el mes previo a la instalación de los cultivos, fueron muestreadas las parcelas que componen cada rotación en el intervalo 0-20 cm. Cada muestra fue secada a 40°C por 48 h y molida hasta pasar por malla de 1 mm, salvo para el análisis de PMN el cual fue conservado tal cual muestreado en forma refrigerada hasta el envío a laboratorio. Las muestras de suelo fueron analizadas para amonio (NH₄⁺), por medio de la técnica de PMN (Waring and Bremner, 1964), P (según extracción de ácido cítrico), K intercambiable y Mg. Este último fue incluido en las determinaciones como forma de conocer la evolución de una base y por su relación con el K a la hora de ajustar este

¹ Ing. Agr., INIA Programa Arroz. jcastillo@tyt.inia.org.uy

² Ing. Agr., INIA Programa Sustentabilidad Ambiental. imacedo@tyt.inia.org.uy

³ Ph.D., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. jtterra@tyt.inia.org.uy

segundo nutriente. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar para evaluar diferencias en la variación del parámetro respecto al punto inicial así como comparar cada uno de los parámetros de suelos evaluados en cada una de las rotaciones. Para la separación de medias se utilizó Tukey con un nivel de significancia de 0,05. Debido a la variación espacial de nutrientes en suelo al inicio del período de evaluación, los resultados van a ser mostrados como la variación en porcentaje durante el período de estudio de los nutrientes de suelo tomando el inicio como base 100.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para el promedio del período, la comparación entre rotaciones mostró diferencias en los valores de PMN y de P (cuadro 1). Fueron las rotaciones que incluyeron pasturas de mayor duración (R3 y R4) las que presentaron diferencias frente a la R1 (arroz continuo). En forma intermedia estuvieron las restantes rotaciones agrícolas pero que incluyen arroz en el 50% del tiempo. La explicación de la diferencia en los valores de P encontradas entre las R3 y R4 frente a las demás puede ser debido al hecho de que éstas son fertilizadas con P en la etapa de pasturas las que podrían generar balances positivos haciendo aumentar los valores de P en suelo.

Cuadro 1. Concentración de nutrientes en suelo (0-20 cm) de las diferentes rotaciones evaluadas para el promedio del período 2012-2016.

Rotación	Secuencia	P.M.N (mg kg)	P (cítrico) (mg kg)	K (int) (meq 100 gr)	Mg (meq 100 gr)
R1	Az-Az-Az-Az	20,9	10,1	0,19	2,46
R2	Az-Sj-Az-Sg	23,3	8,5	0,20	2,54
R3	Az-PP(1,5 años)	31,8	12,8	0,20	2,47
R4	Az- Az-PP (3,5 años)	30,5	10,2	0,21	2,58
R5	Az-Sj-Sj-Az-PP (2,5 años)	24,4	9,3	0,20	2,55
R6	Az- Sj-Az-Sj	23,8	8,9	0,20	2,60
p-valor		(0,071)	<0,0001	ns	ns
D.M.S		8,5	1,4	-	-

Como se observa en la figura 1, independientemente de la variación observada en el período, no fueron detectadas diferencias significativas en ninguno de los nutrientes evaluados en los 5 años para la R1. Posiblemente la estrategia de fertilización de esta rotación (reposición de nutrientes) esté explicando estos resultados. Contrariamente, en la R2, donde la estrategia de fertilización es la de nivel de suficiencia, fueron encontradas diferencias significativas ($p < 0,05$) para todos los nutrientes los que al final del período, presentaron valores inferiores a los iniciales, salvo para P que tendió a descender a mitad de período equiparando los niveles iniciales al final. La R3, la cual incluye una pastura de corta duración, presentó diferencias ($p < 0,05$) en todos los nutrientes y al igual que en la R2, a final de período todos sus valores fueron inferiores respecto al inicio a excepción del P. En el caso del PMN, las pasturas de corta duración posiblemente no permitan mantener los valores iniciales de este parámetro. Para el P, si bien a mitad de período se observó una disminución en los valores la fertilización con P realizada en la pastura hizo que al final estos valores se reconstruyeran. En el caso de K y Mg, si se constató una disminución conforme transcurrieron los años. Posiblemente el agregado de K según niveles críticos mantenga las productividades pero haga descender levemente el valor de este nutriente. Para Mg, la ausencia de fertilización con este nutriente explica la disminución en los valores del mismo a fin de período. Similar a la R3, en la R4, que incluye pasturas de más larga duración y donde existieron diferencias en el PMN durante el período, no se detectaron diferencias entre inicio y fin. A diferencia de la R3, la mayor duración de las pasturas permite a en el último año estudiado mantener los valores iniciales. La R5 en cambio, combina 4 cultivos (2 arroces y 2 sojas) con pasturas de una duración intermedia. Los resultados siguieron la misma tendencia de la R3, existieron diferencias significativas en los valores iniciales y finales de PMN, K y Mg, manteniéndose los de P. Parecería que la duración de pasturas no es suficiente para mantener los valores de PMN iniciales y en el caso del K, el

agregado en ambos cultivos satisface los requerimientos de estos pero no logra mantener los niveles en suelo. Nuevamente para Mg, salvo en la R1, el no agregado de este nutriente hace que se encuentren valores inferiores a los iniciales a fin de período. Por último, pese a no contar con pasturas en la secuencia, la rotación 6 mostró una tendencia ($p=0,07$) a presentar valores de PMN inferiores al del inicio del experimento. Para K, también se detectaron diferencias significativas ($p<0,05$) a lo largo del período y valores finales menores a los iniciales. Para el caso del P, se observaron incrementos hacia fin de ciclo respecto al inicio no existiendo en esta rotación diferencias en el contenido de Mg.

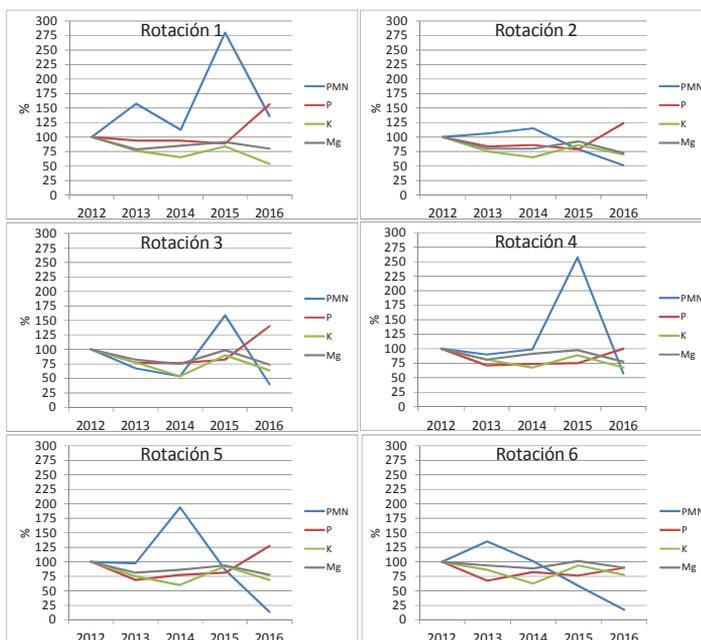


Figura 1. Evolución del potencial de mineralización de N (PMN), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) en suelo entre los años 2012 y 2016, para las diferentes rotaciones estudiadas.

CONCLUSIONES

El PMN tendió a mantener los valores iniciales en la R1 y R4, posiblemente debido a una acumulación de materia orgánica (MO) proporcionalmente mayor a las demás rotaciones ya sea por una ganancia favorecida de MO (R1) o un período de ganancia mayor (pasturas en la R4). Las rotaciones con menor número de cultivos y con pasturas tendieron a presentar los valores más altos de PMN.

Tanto las rotaciones fertilizadas por reposición (R1 y R6) así como la R4, la cual fertiliza anualmente a las pasturas, obtuvieron a fin de período valores de P en suelo mayores a los iniciales.

En contraposición e independientemente del criterio de fertilización utilizado, la concentración de K en suelo disminuyó hacia el fin del período excepto para la R1. Similares resultados se encontraron para Mg, lo que es esperable debido a que no es considerado en los planes de fertilización.

Seguramente la profundidad de muestreo del primer año frente a los restantes (15 vs. 20 cm) esté explicando las diferencias encontradas en el K del suelo entre ambos momentos.

BIBLIOGRAFÍA

DE BATTISTA, J. WILSON, M. CERANA, J. BENINTENDE, M. BENINTENDE, S. ARIAS, N. MULLER, H. RODRIGUEZ, H. 2005. Rotaciones en suelos arroceros. Evolución de parámetros del suelo en 8 años de ensayo. (En línea) Consultado 10 de octubre de 2012. Disponible en: <http://proarroz.com.ar/static/presentaciones18.pdf>.

MACNACK, N. CHIM B.K. AMEDY, B. ARNALL, B. 2011. Fertilization based on Sufficiency, Build-up and maintenance concept. (En línea) Consultado 5 de Julio de 2014. Disponible en: <http://npk.okstate.edu/documentation/factsheets/PSS-2266web.pdf>

WARING, S.S. BREMNER, J. 1964. Ammonium production in soil under water logged conditions as an index of nitrogen availability. *Natura* (Landon) 201:951-952

YANG, X. YANG, Y. SUN, B. SHANG, S. 2011. Long term fertilizations effects on yield trends and soil properties under a winter wheat-summer maize cropping systems. *African Journal of agricultural research*. 6(14):3392-3401.