

10- VALIDACIÓN A ESCALA COMERCIAL DE LA PROPUESTA DE FERTILIZACIÓN N-P-K EN BASE A INDICADORES OBJETIVOS EN EL CULTIVO DE ARROZ

G. Moreira¹ J. Terra², J. Rosas³ J. Castillo⁴

PALABRAS CLAVE: Niveles críticos, Eficiencia uso nutrientes, Margen económico.

experimentos en fajas, sobre diferentes cultivos comerciales de arroz.

INTRODUCCIÓN

En la última década, la fertilización y las cantidades de nutrientes agregadas al cultivo de arroz en Uruguay han presentado cambios, destacándose la inclusión de potasio (40 kg/ha de K_2O promedio) en el paquete de fertilización (Castillo, 2013) y el aumento entre 40-50% de la dosis de nitrógeno aplicadas en cobertura durante el cultivo (Pittelkow *et al.*, 2016). No obstante, tanto en este período como en décadas anteriores, no existieron diferencias importantes en las cantidades de nutrientes agregadas entre regiones, antecesores y rotaciones. Considerando esto y sabiendo que los distintos ambientes tienen diferentes capacidades de aporte y dinámica de nutrientes, en la última década se generó y compiló información parcelaria para el manejo de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en base a parámetros objetivos. Paralelamente, basados en esa información se condujeron trabajos que evaluaron el impacto físico y económico de distintas estrategias de fertilización, en comparación a la propuesta para N, P y K mencionada (Lauz y Tarán, 2016), siendo el siguiente paso la validación a escala semi comercial de esta tecnología de fertilización. El objetivo de este trabajo fue validar el impacto productivo y económico de la tecnología de fertilización basada en indicadores objetivos para N, P y K respecto a otras estrategias, mediante

MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujeron 7 ensayos durante las zafras 2014-2015 y 2016-2016, descartándose 1 por alteraciones en el manejo. Tres estuvieron localizados en Rincón de Ramírez, dos en la primera zafra con las variedades EP144 (RR-1-EP) e INIA Tacuarí (RR-1-TAC) y un tercero durante la segunda zafra con la variedad Parao (RR-2-PA). En el primer año también se contó con un sitio en la localidad de Lascano sembrado con la variedad Parao (LAS-1-PA), mientras que el segundo año se contó con 2 experimentos en Treinta y Tres, en Paso de la Laguna, sembrados con INIA Olimar (PL-2-OL) y Parao (PL-2-PA). Los antecesores contemplaron laboreo de verano sobre pradera (RR-1-TAC, PL-2-OL y PL-2-PA), laboreo de verano sobre retorno sin pradera (RR-2-PA), rastrojo de arroz (RR-1-EP) y rastrojo de soja (LAS-1-PA). Salvo el manejo de la fertilización, las demás prácticas fueron realizadas por los productores. Se evaluaron 3 tratamientos de fertilización N-P-K: 1) testigo tecnológico (TT) común entre productores, 46 kg/ha P_2O_5 + 64 kg/ha N, sin agregado de K; 2) fertilización elevada (FE), 83 kg/ha P_2O_5 + 170 kg/ha N + 180 kg/ha K_2O , para cubrir la extracción total de N-P-K de un cultivo de 12 t/ha manteniendo una relación 1:1 entre N y K; y 3) Fertilización objetiva (FO), basado en indicadores de suelo y planta. Los criterios para la defini-

¹ Ing. Agr. Estudiante Maestría Fac. Agronomía – UDELAR

² Ph. D. INIA. Programa Nacional de Investigación en Producción de Arroz jterra@inia.org.uy

³ D. Sc., INIA. Programa Nacional de Investigación en Producción de Arroz

⁴ M. Sc., INIA. Programa Nacional de Investigación en Producción de Arroz

ción de las dosis del tratamiento FO en cada localidad estuvo en función de lo reportado por Castillo *et al.* (2015), incluidos en el programa de cálculo de fertilización Fertiliz-Arr. Para el promedio de las localidades el tratamiento FO se fertilizó con 10 kg/ha P_2O_5 , 71 kg/ha N y 73 kg/ha K_2O .

La superficie de cada tratamiento fue de 5000 m² (fajas de 200 x 25 m), habiendo 2 repeticiones por bloque en cada sitio. Durante el ciclo del cultivo se determinó acumulación de biomasa, índice de área foliar (IAF) y actividad de clorofila (SPAD) (información no presentada) y a cosecha se determinó rendimiento sobre una superficie de 2800 m² con máquinas comerciales equipadas con monitor de rendimiento, obteniéndose los mapas respectivos. Paralelamente se pesó directamente lo cosechado con balanza de piso. Se estimó la diferencia de margen económico

entre los tratamientos, en base a la frecuencia de casos con incremento, igualdad o disminución de beneficio. Las respuestas agronómicas se analizaron por medio de modelos mixtos del paquete estadístico R, siendo los tratamientos efectos fijos y los bloques anidados en sitio y año efectos aleatorios.

RESULTADOS

En promedio, la productividad del tratamiento FO fue 4,7% superior al TT. Por otro lado, el tratamiento FE fue 2,4% y 7,2% superior a FO y TT respectivamente. Analizando cada ensayo, en 2 de 6 sitios se observaron diferencias significativas; ambos sembrados con Parao. En LAS-1-PA la FE fue 28,3% superior al TT. En RR-2-PA la FO fue 10,2% superior al TT, la FE fue 5,5% y 16,2% superior a la FO y al TT respectivamente.

En promedio, FO utilizó 14% más N que TT,

Cuadro 1. Efecto de 3 criterios de fertilización N-P-K en el rendimiento del cultivo de arroz en ensayos en fajas a escala de chacra en 6 sitios de la región este durante 2 zafas.

Tratamiento	RR-1-TAC	RR-1-EP	LAS-1-PA	RR-2-PAR	PL-2-OL	PL-2-PA	Media
FO	10587	10466	8963 ab	9982 b	9519	11479	10016 a
FE	10460	10755	8854 a	10530 a	8992	11944	10256 a
TT	10408	10251	6902 b	9058 c	9197	11585	9567 b
Media	10485 AB	10491 AB	7949 D	9857 B	9236 BC	11669 A	9946
Error estándar	351	125	399	94	230	495	
Test ef. Fij.							
Tratamientos	0,8796	0,1091	0,0763	0,0079	0,2733	0,6731	0,0106
Sitio							<0,0001
Trat. x sitio							0,1768

Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para $p < 0,05$.

pero fue 58% menor al N aplicado en FE. Por otro lado, la cantidad de P promedio aplicado en FO fue un 25% del aplicado en TT y un 12% del aplicado en FE. Por último, la aplicación de K en FO fue 59% menor que el K agregado en FE.

El factor de productividad parcial del N, medido como la masa de grano producido por unidad de N aplicado fue similar entre FO y TT (149 y 143 kg/kg respectivamente), pero

en promedio ambos fueron 2,43 veces más eficientes que FE (60 kg/kg). El aumento en la cantidad de N aplicado en FO respecto a TT no generó una disminución de la eficiencia ya que el aumento del rendimiento fue proporcional al aumento la dosis. Por otro lado, en la FE, el rendimiento no acompañó proporcionalmente el aumento de la dosis de N, como consecuencia la eficiencia bajo a niveles del 41% en relación con los demás tratamientos.

Desde el punto de vista económico, la información indicó que existió incremento en el margen económico en el 50% de las situaciones a favor de FO en comparación al TT, un 8% mantuvo el margen mientras que el restante 42% disminuyó el margen cuando se fertilizó en base a FO respecto a TT (Figura 1a). En términos generales, la FO capitalizó las mejoras en el beneficio económico en

situaciones de ambientes de márgenes menores mientras que disminuyen o se tornan negativas en situaciones donde el ambiente permite la obtención de altos márgenes. Para el promedio de los datos, el margen económico de FO fue 7 y 33% superior que TT y FE respectivamente. Por otro lado, en ninguna de las situaciones el FE presentó una ventaja económica frente a FO (Figura 1b).

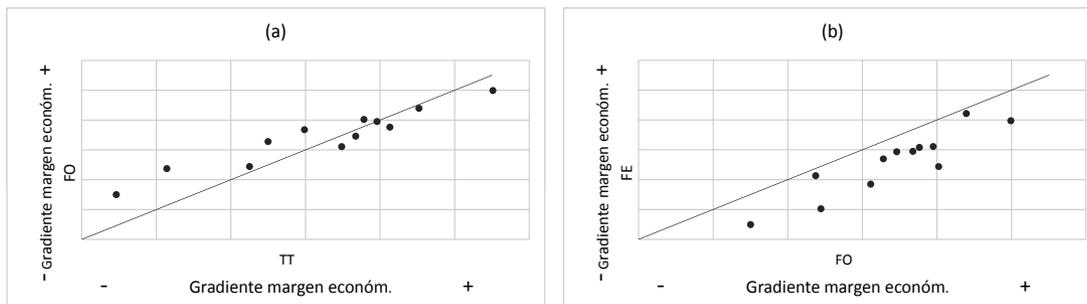


Figura 1. Variación en el margen económico entre TT y FO (a) y entre FO y FE (b). En los gráficos, los puntos por encima de la línea significan una ventaja de la variable del eje “y” respecto a la variable del eje “x”. Casos por debajo de la línea significan una ventaja de la variable del eje “x” respecto a la variable del eje “y”. Situaciones sobre la línea significan igualdad entre las variables de los ejes.

CONCLUSIONES

La validación a escala semi comercial del tratamiento de fertilización en base a parámetros objetivos (FO) mostró que en promedio se incrementó el rendimiento (4,7%), se aumentó el margen económico (7%) y se mantuvo la eficiencia de uso del N frente al TT. En comparación al tratamiento FE, el FO alcanzó el mismo rendimiento, tuvo una mayor eficiencia de uso del N (149 vs. 60 kg/kg), y permitió aumentar el margen económico en un 33% en términos absolutos. Estos valores fueron alcanzados aún con la disminución en el uso de P en el paquete de fertilización de un 75 y 88% respecto a TT y FE.

Aun en la escala evaluada, fue posible considerar la capacidad de aporte del suelo y relacionarlo a la demanda del cultivo por medio

de la adición suplementaria de nutrientes a través de modelos que se basan en niveles críticos de respuesta a la fertilización. Quizás sea esta una manera para minimizar posibles impactos ambientales negativos sin perder productividad.

La aplicación de grandes cantidades de nutrientes (FE) no generó en promedio mejoras en el rendimiento respecto a FO. A nivel de sitio individual, esto sucedió en una sola situación. El agregado de altas dosis de nutrientes sin considerar el aporte del suelo (FE) deprimió en forma significativa los márgenes económicos, así como la eficiencia de uso de nutrientes. Puede implicar además un riesgo ambiental innecesario por la mayor probabilidad de pérdidas de nutrientes del sistema (Pittelkow, *et al.*, 2016), aspecto no estudiado en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Pittelkow, C.; Zorrilla, G.; Terra, J.; Riccetto, S.; Macedo, I.; Bonilla, C.; Roel, A. 2016. Sostenibilidad de la intensificación arroceras del Uruguay desde 1993 al 2013. Treinta y Tres: INIA, Cap 4, p 7-10. (Actividades de Difusión; 765)

Lauz, M.A.; Tarán, C. 2016. Diferentes criterios de fertilización N-P-K en el cultivo de arroz y su efecto en parámetros vegetativos, productivos, económicos y de eficiencia. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay.

Castillo, J.; Vaz, P.; Terra, J. 2015. Fertilizarr: herramienta de ayuda para la toma de decisiones en la fertilización del cultivo de arroz. Treinta y Tres: INIA, Cap 4, p 1-3 (Actividades de Difusión; 748)

Castillo, J. 2013. Ajustes a la fertilización N-P-K en el cultivo de arroz. En: Jornada arroz-soja Agosto, 2013. Disponible en, www.inia.uy/estaciones-experimentales-direcciones-regionales-actividad-2013-97