

FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN ARROZ. (GREEN SEEKER COMO HERRAMIENTA DE DIAGNOSTICO)

Pirchi H.J.¹; Gregori L.A.²; Crepy M.³; Arguissain G.G.⁴

Palabras claves: Arroz, Nitrógeno, GreenSeeker.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de transformar el sistema de explotación arrocerero en una actividad cada día más rentable y competitiva, exige que el uso de los insumos se haga en forma cada vez más eficiente. La utilización de la fertilización nitrogenada en arroz, es una práctica que está muy difundida y con amplia aceptación. El uso apropiado del nitrógeno puede aumentar sustancialmente los rendimientos del arroz, tomando en consideración que la eficiencia del uso del fertilizante nitrogenado varía con las características de la planta y las condiciones ambientales (Oaks 1994).

El momento y la dosis para optimizar el uso del nitrógeno están determinados por las condiciones del ambiente y la demanda del cultivo. En Argentina, tradicionalmente la fertilización nitrogenada se aplica en dos momentos bien definidos, al inicio del macollaje (temprana) y en diferenciación de primordios reproductivos (tardía). En la primera de estas prácticas la dosis se estima a partir de la condición de fertilidad del lote y el rendimiento potencial a alcanzar. Para la segunda no se utilizan métodos rigurosos para determinar la dosis de aplicación.

En agricultura de precisión los sistemas de reflectometría son una herramienta cada vez más difundida a la hora de determinar el estado nutricional del cultivo. Con un equipo GreenSeeker (green=verde y seek=buscar) se puede establecer un índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), cuya interpretación puede contribuir al diagnóstico rápido y dirigido de las condiciones nutricionales (especialmente de nitrógeno) y el rendimiento potencial de los cultivos (Inman et al. 2005, Lan et al. 2009). Para poder hacer una correcta estimación de la dosis de fertilizante nitrogenado a aplicar en la re-fertilización, es necesario contar con una o más parcelas representativas del lote en la/s que se haya realizado una fertilización temprana con suficiencia de nitrógeno. Esta parcela servirá para establecer un valor de referencia.

El objetivo de este trabajo es validar la metodología de diagnóstico del estado nutricional del cultivo de arroz con GreenSeeker y utilizar esta información como herramienta para realizar una re-fertilización con alta eficiencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la EEA del INTA Concepción del Uruguay con el cultivar de arroz (*Oryza sativa L*) Gurí INTA CL. Se sembró el 20 de octubre de 2011, con una densidad de siembra de 135 kg/ha de semilla, la fecha de nacimiento fue el 04 de noviembre de 2011 y la de floración el 08 de febrero de 2012. En el análisis de suelo se determinó un contenido de materia orgánica de 3,46 %, 19 ppm de fósforo, 0,162% de nitrógeno total y 6,3 de pH. El diseño fue en bloques completamente aleatorizados con parcelas apareadas.

1 Ing. Agr., INTA, Ruta 39 km 143,5, pirchi.hector@inta.gob.ar.

2 Ing. Agr. MSc., INTA.

3 Dra. Cs. Biológicas, Conicet.

4 Ing. Agr. MSc., INTA.

La fertilización se realizó en dos momentos, la primera en la emergencia del cultivo (dosis según tratamientos) y luego solo a la mitad de las parcelas (parcelas apareadas) a los 48 días pos-emergencia (DPE) (dosis estimada con GreenSeeker). El tamaño de las parcelas fue de 1,6 x 5 metros. Para estimar la dosis a utilizar en el segundo momento de aplicación se utilizó un equipo GreenSeeker y un algoritmo preexistente (Sensor-Based Nitrogen Rate Calculator).

Los tratamientos de fertilización a la siembra fueron los siguientes: **1** - Testigo sin fertilizar. **2** - Fertilización a la siembra con 50 kg N/ha. **3** - Fertilización a la siembra con 100 kg N/ha. **4** - Fertilización a la siembra con 150 kg N/ha. **5** - Fertilización a la siembra con 200 kg N/ha. **6** - Fertilización a la siembra con 250 kg N/ha.

A los 48 días desde la emergencia del cultivo se realizó una medición con GreenSeeker para poder hacer una correcta estimación del estado nutricional de cada tratamiento y decidir con un mayor grado de ajuste la dosis a utilizar en la fertilización tardía. En base a las diferencias encontradas en los valores de NDVI de la parcela de suficiencia y los tratamientos, se calculó la dosis a utilizar en la re-fertilización para cada caso. Para cada repetición se estableció una parcela de suficiencia de nitrógeno con aplicación temprana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró un incremento significativo del rendimiento con el agregado de nitrógeno inicial. Del mismo modo la re-fertilización a los 48 DPE generó un incremento significativo de la productividad con respecto a las parcelas que no se volvieron a fertilizar (Tabla 1). No se encontró interacción significativa entre en nivel inicial de fertilización y la re-fertilización ($P>0.05$).

Tabla 1: Rendimiento en kilogramos de arroz por hectárea para los diferentes niveles de fertilización, promedio de parcelas re-fertilizadas y parcelas sin re-fertilizar. Letras distintas marcan diferencia significativa. Test Duncan ($P<0.05$)

Tratamientos (kg N/ha)	Rendimiento (kg/ha) Sin re-fertilización	Rendimiento (kg/ha) Con re-fertilización	Promedio (kg/ha)	
Test	8108	10179	9144	E
50	9398	10395	9897	D
100	9369	11640	10504	C D
150	10867	11434	11151	C B
200	11422	12053	11738	A B
250	11661	12228	11945	A
Promedio (kg/ha)	10138 B	11322 A		

En la lectura con GreenSeeker (Tabla 2) se registró un gradiente de NDVI altamente asociado con el gradiente de fertilidad inicial, valores que fueron usados para calcular el nivel adecuado de re-fertilización para cada tratamiento.

La eficiencia de utilización del fertilizante aplicado en la re-fertilización tuvo un promedio de 24,7 kg arroz /kg N aplicado, encontrando los menores valores de eficiencia en las parcelas de menor fertilidad inicial y la mayor eficiencia en las que contaban con una elevada fertilidad inicial. Diferencia no significativa ($P>0.05$). Datos no presentados.

En el análisis de los componentes de rendimiento se observó que los cambios en la productividad por efecto del tratamiento de fertilidad inicial están determinados

principalmente por cambios en el número de panojas por unidad de superficie (Tabla 2), ya que esta práctica tuvo un impacto muy importante en el macollaje del cultivo.

Tabla 2: Valores de NDVI y número de panojas por metro cuadrado (promedio de parcelas con y sin re-fertilización) para los distintos tratamientos de fertilidad inicial.

Letras distintas marcan diferencia significativa. Test Duncan ($P < 0.05$)

Tratamientos (kg N/ha)	NDVI	Panojas/m ² (promedio)	
Testigo	0,2674	571	B
50	0,3193	635	A B
100	0,3931	647	A B
150	0,4598	718	A B
200	0,5501	748	A
250	0,5613	766	A
Parcela de suficiencia	0,5735		

En el caso de las variaciones observadas en el rendimiento por efecto de la re-fertilización, se observó que la misma está fuertemente asociada al número de espiguillas por panoja (Tabla 4).

Tabla 4: Numero de espiguillas por panoja para parcelas con y sin re-fertilización

Letras distintas marcan diferencia significativa. Test Duncan ($P < 0.05$)

Tratamiento	Espiguillas / panoja (promedio)	
Con re-fertilización	93,0	A
Sin re-fertilización	78,7	B

El porcentaje de vaneo fue otro componente de rendimiento que se vio afectado en forma significativa tanto por efecto de la fertilización temprana como por la re-fertilización (Tabla 5). Aquí se registra que el vaneo crece con el incremento en la dosis de fertilización inicial, del mismo modo, la re-fertilización también incrementa en forma significativa este componente.

Tabla 5: Porcentaje de Vaneo para los diferentes tratamientos de fertilidad inicial y parcelas con y sin re-fertilización. Letras distintas marcan diferencia significativa. Test Duncan ($P < 0.05$)

Tratamientos (kg N/ha)	% Vaneo Sin re-fertilización	% Vaneo Con re-fertilización	% Vaneo (Promedio)	
Testigo	14,8	18,6	16,7	C
50	14,8	20,2	17,5	B C
100	18,0	29,3	23,7	A B
150	20,7	32,7	26,7	A
200	31,2	22,2	26,7	A
250	22,6	28,8	25,7	A B
Promedio	20,4	25,3		B A

CONCLUSIONES

Con el agregado de urea en la emergencia del cultivo (diferentes tratamientos) se generó un gradiente del estado nutricional del mismo. Con esto y a través del uso del Green Seeker se realizaron estimaciones del nivel de re-fertilización necesario para incrementar el rendimiento en forma significativa y optimizar la eficiencia del fertilizante nitrogenado en la re-fertilización.

El agregado de nitrógeno inicial permitió incrementar el número de macollos por unidad de superficie, lo que se tradujo en un incremento significativo del número de panojas productivas y como consecuencia un incremento en el rendimiento.

La re-fertilización con urea generó un incremento significativo del rendimiento con niveles adecuados de eficiencia de uso del fertilizante agregado. Con esta práctica se observó que el incremento en el rendimiento fue determinado por un aumento en el número de espiguillas por panoja.

El porcentaje de vaneo aumentó a medida que se incrementó la cantidad de fertilizante agregado, tanto en los niveles de fertilización inicial como para la práctica de re-fertilización.

BIBLIOGRAFÍA

- Oaks, A. Efficiency of nitrogen utilization in C3 y C4 cereals. Plant Physiol. 106: 407-414. 1994.
- Inman, D. et al. On the go active remote sensing for efficient crop nitrogen management. Sensor Review 25(3):209-214. 2005.
- Lan, Y. et al. Development of an integrated sensor and instrumentation system for measuring crop conditions. Agricultural Engineering International. The CIGR E-Journal 11:1-16. 2009.