



RENDIMIENTO Y AJUSTE DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA DEL TRIGO SEGÚN DATOS PLUVIOMÉTRICOS

Pautasso, J. M.^{1*}; Kuhn, J.²

¹AER INTA Diamante; ²Estudiante FCA UNER

* Autor de contacto: pautasso.juan@inta.gob.ar; Pedro Serrano 717 (3105), Diamante (ER)

PALABRAS CLAVE

Nitrógeno Disponible Régimen pluviométrico Modelo lineal plateau

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el cultivo de invierno más importante en la provincia de Entre Ríos. En la región se cuenta con mucha información para este cultivo sobre manejo de la fertilización y las recomendaciones de fertilización nitrogenada publicadas derivan de una gran cantidad de campañas y condiciones. Por otro lado el factor más importante que impacta en los rendimientos de los cultivos es la lámina de agua útil de los suelos, dando mayor o menor autonomía para soportar sequías estacionales. El agua que utilizan los cultivos proviene tanto de la acumulada en el suelo como de las precipitaciones que se registran durante el ciclo de crecimiento. En nuestra región el agua que utiliza el trigo es mayormente la acumulada durante el otoño, ya que durante el invierno las precipitaciones son muy escasas. Milisich y col. (2006) informaron que una buena recarga del perfil del suelo durante el otoño, sumado a bajas precipitaciones durante el período crítico de crecimiento de la espiga, son las condiciones ambientales más favorables para obtener altos rendimientos de trigo en Entre Ríos.

El objetivo de este trabajo es relacionar los rendimientos promedios de trigo según precipitaciones otoñales y establecer recomendaciones de fertilización nitrogenada ajustada para dos escenarios según régimen pluviométrico otoñal para el Departamento Diamante de la provincia de Entre Ríos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los rendimientos promedios anuales de trigo en el departamento Diamante se extrajeron de la base de datos de la Bolsa de Cereales de Entre Ríos (SIBER-BCER, 2014a).

Para la información de precipitación mensual se promediaron los datos de centrales meteorológicas distribuidas en el departamento. Las localizaciones de las centrales fueron: para el norte INTA Paraná (INTA, 2014); para el sur, datos brindados por una estancia de la zona (32° 13' 44.85" S; 60° 31' 59.10" O). Para el centro (Strobel y Ejido) y este (Ramírez) fueron tomadas de las bases de datos de la Bolsa de Cereales (SIBER-BCER, 2014b) y de la delegación de Prefectura Diamante.

Para establecer si las recomendaciones de fertilización nitrogenada deberían variar según los milímetros ocurridos en el otoño se tomaron los datos de 14 ensayos de fertilización realizados durante 5 campañas en el departamento Diamante, con DBCA, tres repeticiones y 3-5 dosis de nitrógeno. Para expresar el rendimiento relativo, para cada ensayo, se tomó el tratamiento con mayor dosis de nitrógeno como 100%.

Las campañas se dividieron en dos grupos, tomando como parámetro de división el rendimiento promedio en Diamante de trigo de las últimas 12 campañas sin Fusarium (2500 kg ha^{-1}).

Los coeficientes del modelo de respuesta lineal-plateau se obtuvieron a través de algoritmos apropiados y su resolución con la subrutina Solver del programa Microsoft® Excel 2007, obteniéndose para los mismos los coeficientes de determinación (r^2) y la significancia (valor p) de los modelos ajustados. Se realizó una prueba de "F" para establecer si las respuestas de nitrógeno disponible (0-20 cm) en rendimiento de trigo para los dos escenarios productivos eran diferentes o podían combinarse en una sola función lineal-Plateau. Para los análisis se tomaron los rendimientos promedios para cada tratamiento en cada ensayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Lluvias otoñales y rendimiento de trigo en el departamento Diamante: se encontró una relación significativa entre ambas variables (Figura 1), definiendo un umbral de 485 milímetros acumulados de lluvias durante los meses de febrero, marzo y abril, por encima del cual los rendimientos no aumentan debido a limitantes distintas al agua. El rendimiento promedio del Departamento en las campañas estudiadas fue de 2500 kg ha^{-1} , a partir de este valor se definieron dos "ambientes" productivos distintos, por encima y por debajo del promedio. Según el modelo un rendimiento de 2500 kg ha^{-1} se obtiene con un milimetraje de lluvias acumuladas de 370 milímetros.

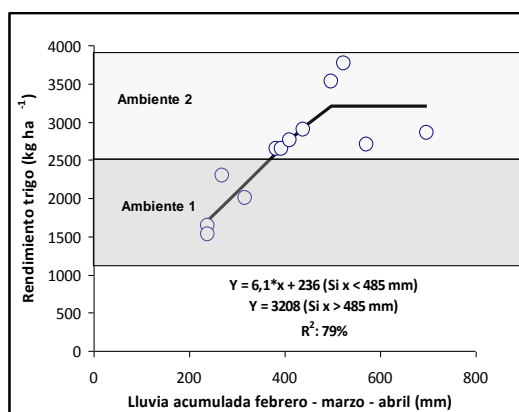


Figura 1. Relación entre lluvias previas a la siembra y rendimiento de trigo en Diamante (Entre Ríos). Relación significativa ($p < 0.05$).

Ensayos de fertilización nitrogenada: en el Cuadro 1 se informan las características de cada campaña estudiada.

Cuadro 1: Datos agronómicos y climáticos de las campañas y ensayos.

Campaña	Nº ensayos	Rendimiento promedio departamental	Rendimiento promedio del ensayo	Lluvias febrero – marzo - abril milímetros	Nitratos ppm	P Bray I
2008	1	1640	1850	240	87	13.0
2013	5	2300	2404	270	43	13.6
2007	3	2848	3359	697	36	9.4
2009	3	3520	5540	499	43	19.1
2010	2	3763	3909	523	46	6.7

Al relacionar el conjunto de los datos en un solo modelo (Figura 2) se encontró una relación significativa con un umbral de nitrógeno disponible (ND) similar al recomendado en la región (Melchiori y Barbagelata; 2001).

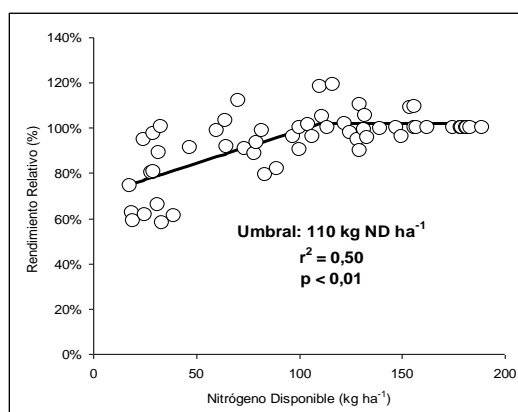


Figura 2: Relación entre el rendimiento relativo en grano (%) y el nitrógeno disponible (N de nitratos + N fertilizantes), 0-20 cm. Modelo combinado con todos los datos (n = 57).

Sin embargo al separar los ensayos en los dos grupos definidos (Figura 3 a y b) se encontró que las funciones ajustadas a ambos set de datos fueron distintas, representando diferentes condiciones de producción y no una misma población. Es decir ambos grupos, separados por diferentes condiciones hídricas, no se pueden representar adecuadamente con una sola función sin aumentar significativamente el error (Cuadro 2): al pasar de un modelo con 4 parámetros (dos líneas – Figura 3) a uno con 2 parámetros (una línea – Figura 2), se aumenta la parte de la variación de los datos no explicada por el modelo (suma de cuadrados del error del modelo, SCE). Coincidente con esta información, García y Berardo (2006), mencionan diferentes estudios donde a mayores rendimientos de trigo los umbrales críticos de nitrógeno disponible aumentan. También Schlegel et al. (2005) informan que el rendimiento máximo, el nitrógeno requerido para alcanzar dichos rendimientos y la magnitud de la respuesta a la fertilización están determinados por la disponibilidad de agua.

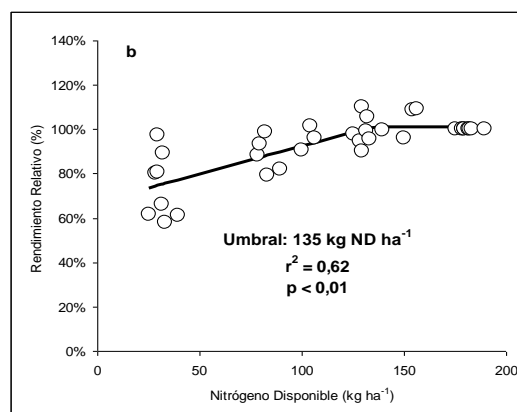
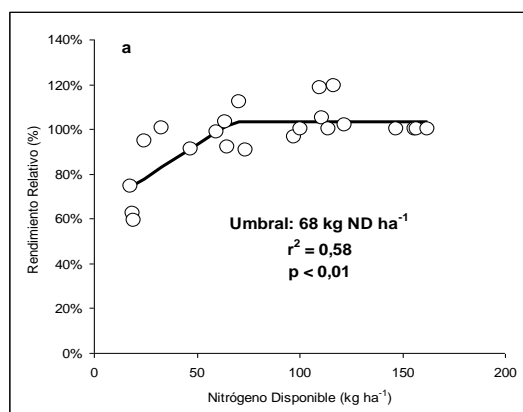


Figura 3: Relación entre el rendimiento relativo en grano (%) y el nitrógeno disponible (N de nitratos + N fertilizantes), 0-20 cm; a) Modelo para campañas con rendimientos menores a 2500 kg ha⁻¹; b) Modelo para campañas con rendimientos mayores a 2500 kg ha⁻¹.

Cuadro 2: Comparación estadística de los modelos.

	SCE	GL	CME	Valor F	Valor p
Modelo rendimientos de trigo mayores a 2500 kg ha ⁻¹	0,24	32			
Modelo rendimientos de trigo menores a 2500 kg ha ⁻¹	0,19	19			
Modelo Completo	0,43	51	0,01		
Modelo Combinado	0,55	54			
Diferencia entre Modelos	0,12	3	0,039	4,6	0,01

SCE: suma cuadrado del error. GL: grados de libertad. CME: cuadrado medio del error. F: estadístico.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos contribuyen al objetivo de lograr un uso eficiente de los fertilizantes nitrogenados, estimando un 50% menos de necesidad de nitrógeno disponible en aquellas campañas donde las lluvias de febrero, marzo y abril son menores a 370 milímetros acumulados, en relación a campañas con mejor recarga del perfil.

Las campañas con lluvias por debajo de 370 mm tuvieron un umbral de nitrógeno disponible (0-20 cm) en los ensayos de 68 kg ha⁻¹ y para las campañas con lluvias superiores a 370 mm el umbral fue de 135 kg ha⁻¹.

Es necesario validar esta generalización en condiciones productivas más diversas.

AGRADECIMIENTOS

Al personal Técnico, de Laboratorio y auxiliar del Grupo de Recursos Naturales y Factores Abióticos de la EEA INTA Paraná por su disposición y servicio.

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA F. y A. BERARDO. 2006. Capítulo 11: Trigo. Pág. 233-253. En H. Echeverría y F. García (eds.). Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ediciones INTA. Buenos Aires. Argentina.
- MELCHIORI R. Y P. BARBAGELATA. 2001. Diagnóstico de Fertilización Nitrogenada para trigo en el Oeste de la provincia de Entre Ríos. En Resumen V congreso Nacional de Trigo. II Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño Invernal. Villa Carlos Paz. Córdoba. P. 19.
- MILISICH H., CAVIGLIA O. Y J. SALUSO 2006. Relaciones entre el rendimiento de trigo y variables sanitarias y meteorológicas. Actualización técnica. Trigo y lino. INTA EEA Paraná. Serie Extensión N° 39:13–15
- SIBER-BCER. 2014a. Estadísticas "Consulta on-line de datos". <http://www.bolsacer.org.ar/Fuentes/estadisticas.php> [Fecha de verificación: Febrero 2014]
- SIBER-BCER. 2014b. Red Pluviométrica. <http://centrales.bolsacer.org.ar/pluviometros/> [Fecha de verificación: Febrero 2014]
- SCHLEGER A., C. GRANT AND J. HAVLIN. 2005. Challenging Approaches to Nitrogen Fertilizer Recommendations in Continuous Cropping Systems in the Great Plains. *Agronomy journal* 97: 391-398.