

Mar del Plata, 22 de Marzo de 2011

3° COMUNICACIÓN TÉCNICA 2011
Elaborado por GRUPO TÉCNICO DE FERTILAB

NITRÓGENO ANAERÓBICO EN TRIGO: RENDIMIENTO Y EXPORTACIÓN DE N EN GRANO

ESTIMADOS CLIENTES:

En previas comunicaciones técnicas se planteo la importancia de incluir el aporte de nitrógeno por mineralización para el diagnóstico de los requerimientos de N en el cultivo de trigo (ver en sitio web www.laboratoriofertilab.com.ar sección NEWSLETTERS). Para tal fin, la determinación del contenido de N-amonio producido en incubación anaeróbica (Nan) de muestras de suelo del estrato superficial parecería ser un indicador confiable, dado que se correlaciona estrechamente con el N potencialmente mineralizable del lote. Además, se ha demostrado que el Nan es un indicador sensible a los cambios producidos por las prácticas de manejo y uso del suelo. Es válido mencionar, que este método se basa en la realización de una incubación anaeróbica corta de 7 días a 40°C, con posterior determinación de N-amonio mediante destilación por arrastre de vapor. En general no hay registros de trabajos que evalúen el empleo del Nan para el diagnóstico de N en diferentes cultivos, no obstante, trabajos realizados en INTA Balcarce en maíz, determinaron que el empleo del dicho indicador permitió mejorar el ajuste de la dosis de N en el estadio de V6. Sin embargo, la información disponible para cultivos de invierno aún es escasa. Por lo tanto, la finalidad de la presente comunicación técnica es presentar los resultados más relevantes obtenidos en una red de ensayos realizada por FERTILAB en la campaña 2009 y 2010, con el objetivo de evaluar el efecto de la incorporación del Nan sobre el rendimiento del cultivo de trigo y la exportación de N en grano.

Uno de los objetivos de FERTILAB es el de generar y/o validar la información generada por distintos organismos de investigación en nuevas aéreas con la finalidad de contribuir a la mejora del diagnóstico nutricional de los diferentes cultivos, y por ende, a las mejores prácticas de manejo de los nutrientes (MPM).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS

Durante las campañas 2009 y 2010 el laboratorio realizó un total de 15 ensayos de fertilización nitrogenada y azufrada en el cultivo de trigo con el objetivo, entre otros, **de evaluar la relación entre el Nan con el rendimiento y la exportación de N por el cultivo de trigo**. Los ensayos fueron conducidos en lotes de diferentes clientes del laboratorio desde los Partidos de Maipú-Madariaga hasta Lobería y Necochea. En dichos ensayos, el contenido de materia orgánica (0-20cm) varió entre 4.8 y 6.8%, el P Bray entre 5.4 y 17.1 ppm y el Nan entre 45 y 80 ppm. Además, la disponibilidad de nitrógeno (0-60cm) a la siembra del trigo varió entre 43

y 150 kg N ha⁻¹, mientras que para azufre la misma varió desde 30 hasta 58 kg S ha⁻¹. En general, en cada ensayo se evaluaron cuatro dosis de nitrógeno (testigo, 50, 80 ó 100 y 150 ó 160 kg N ha⁻¹) y dos dosis de azufre (0 y 20 kg S ha⁻¹). En Tabla 1 se presentan algunas características de los sitios experimentales.

RESULTADOS

El rendimiento del cultivo de trigo varió entre 3232 y 6606 kg ha⁻¹ en los tratamientos testigos y desde 4400 hasta 9352 kg ha⁻¹ en los fertilizados con N (Tabla 1). La eficiencia de uso del N (EUN) varió desde 2 hasta 18 kg Grano kg N aplicado, siendo en general superior en el año 2010 debido a la menor disponibilidad de N a la siembra del cultivo y mejores condiciones hídricas, de radiación y temperatura. Las bajas EUN (menores a 6 kg Gr kg N) pueden ser explicadas en parte por presencia de enfermedades y problemas de compactación de suelo (Tabla 1). Es válido mencionar que en el 73% de los sitios, la EUN duplican por lo menos la relación de precios insumo:producto media histórica de 6:1, lo cual indica el beneficio económico de la práctica de fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo. Por otra parte, cuando se graficó la EUN en función del rendimiento máximo del sitio, se obtuvo una estrecha asociación entre dichas variables (Figura 1). Esto indicaría que la potencialidad del ambiente es la principal determinante de la EUN, y por ende de la dosis óptima económica.

En la Figura 2 se presenta la relación entre la disponibilidad de N en el suelo a la siembra sin (a) y con la inclusión del Nan (b) y el rendimiento del trigo para el modelo de diagnóstico. La variabilidad en el rendimiento, entre años y sitios, se explicaría en parte por la diferente disponibilidad hídrica, tipo de suelo y antecesores. En línea con lo mencionado, cuando en la Figura 2b se incorporó el Nan, como estimador de la mineralización, la capacidad predictiva del rendimiento mejoró sensiblemente (mayores r²).

Por otra parte, una forma de reducir la variabilidad ambiental es relativizar el rendimiento del cultivo, siendo este el cociente entre el rendimiento de los tratamientos testigos (con aparente deficiencia de N) respecto al rendimiento con la máxima dosis de N. Cuando se graficó la relación entre el rendimiento relativo (RR) del trigo y la disponibilidad de N sin (a) y con la inclusión del Nan (b) se pudo ajustar una única función (Figura 3). El modelo que incorporó al Nan explicó el 68% de la variación en el rendimiento del cultivo, mientras que el modelo que no incluye al Nan explicó sólo 59%. Considerando una pérdida aceptable del rendimiento del 5% (RR= 95%), se estimó una disponibilidad de N promedio de 170 y 270 kg N ha⁻¹ para el modelo sin y con Nan, respectivamente, con variaciones según la potencialidad del ambiente.

La concentración y el nivel de exportación de N en grano, son aspectos a considerar para evaluar la calidad comercial del trigo, dado que están asociados con el contenido de proteínas del mismo. Utilizando la

misma metodología, en la Figura 4 se presenta la relación entre la exportación de N en grano de trigo y la disponibilidad de N en suelo sin (a) y con (b) la inclusión del Nan. Una alta proporción de la variación en la exportación de N fue explicada por ambos modelos, siendo levemente superior el ajuste para el que incluye al Nan ($r^2= 67$ y 70% sin y con Nan, respectivamente). El proceso de mineralización del N, en general, acompaña el crecimiento del cultivo dado que está afectado, entre otros factores, por la humedad y la temperatura del suelo, lo cual permitiría explicar los resultados obtenidos en esta experiencia. A partir de la Figura 4a ó b se puede estimar con un 67 ó 70% de confianza el nivel de N exportado en grano, y por ende, el % de proteína según rendimiento. Es válido remarcar que las variaciones entre sitios, sobre todo si están afectados por diferente disponibilidad hídrica, suelen ser mayores en rendimiento que en exportación de N, lo cual explica en parte la mayor asociación de esta última variable con el N disponible (Figura 2 y 4).

A modo de ejemplo, si consideramos la ecuación de la Figura 4b y una disponibilidad de N (suelo+fertilizante+Nan) de 300 kg ha^{-1} , el nivel de N exportado en grano sería de 105 kg ha^{-1} . Por otro lado, para ambientes de 5000 , 6000 , 7000 y 8000 kg ha^{-1} es factible esperar un contenido de proteína en grano de 12 , 10 , 8.5 y 7.5% , respectivamente. Esto pone de manifiesto el efecto de la potencialidad del ambiente sobre el contenido de proteína en grano. Por otra parte, a partir de la Figura 4 (forzando a cero el origen) se puede estimar el porcentaje del N del sistema que es recuperado en grano, siendo este del 50 y el 30% para el modelo sin y con la inclusión del Nan, respectivamente.

En general, la inclusión del Nan junto a la disponibilidad inicial de N-nitrato a la siembra del trigo mejoró la precisión de la estimación del rendimiento y del nivel de N exportado en grano. Esta información podría ser de utilidad para estimar el nivel de proteína en grano, no obstante, es necesario validar esta información en otros años y aéreas productoras de trigo de la región pampeana.

Tabla 1. Características de suelo, cultivo antecesor, rendimiento del tratamiento testigo y con el agregado de fertilizante y eficiencia de uso del fertilizante (kg Grano kg N aplicado) para los diferentes sitios experimentales. MO= materia orgánica.

Sitio/año	Cultivo antecesor	MO (%)	P Bray (ppm)	Nan (ppm)	N-nitrato (kg ha ⁻¹) (0-60cm)	Rinde sin N (kg ha ⁻¹)	Rinde con N* (kg ha ⁻¹)	EUN (kg Gr kg N)
Madariaga 2009	Soja	6,8	6,5	80	150	6585	8097	9
Madariaga 2009	Maíz	6,4	6,4	74	130	5265	7100	11
Madariaga 2010	Soja	6,2	5,8	73	50	4413	6200	11
Madariaga 2010	Maíz	6,6	5,4	80	84	4247	6490	14
Maipú 2009	Soja	4,8	11,7	54	117	5424	7625	14
Maipú 2010	Soja	5,9	9,0	73	43	5587	6300	4
Maipú 2010	Girasol	4,9	11,7	61	58	4049	4400	2
Miramar 2009	Girasol	5,9	11,6	51	91	4828	6100	13
Miramar 2009	Girasol	6,0	16,5	60	93	4587	5100	5
Miramar 2009	Soja	6,4	17,1	68	130	5620	6200	6
Miramar 2010	Soja	4,4	13,3	50	68	5240	7033	12
Miramar 2010	Soja	5,5	12,5	50	46	3232	5700	16
Pieres 2009	Girasol	5,3	14,8	60	59	5134	6350	12
Pieres 2010	Soja	5,2	15,2	45	66	6606	9352	18
Pieres 2010	Soja	5,4	14,1	56	68	5691	8386	18

*= dosis de 160 kg N ha⁻¹ en Maipú y Madariaga 2009 y 2010, 100 kg N ha⁻¹ en Miramar y Pieres 2009 y 150 kg N ha⁻¹ en Miramar y Pieres 2010.

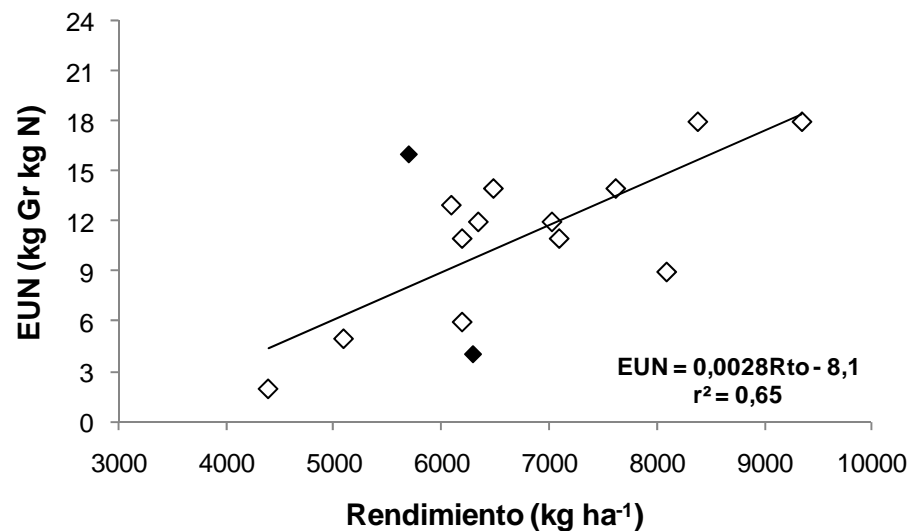


Figura 1. Eficiencia de uso del nitrógeno (EUN) en función del rendimiento máximo del ambiente. Los puntos negros no se consideraron en el ajuste, debido a que corresponden a sitios con problemas de compactación y enfermedades.

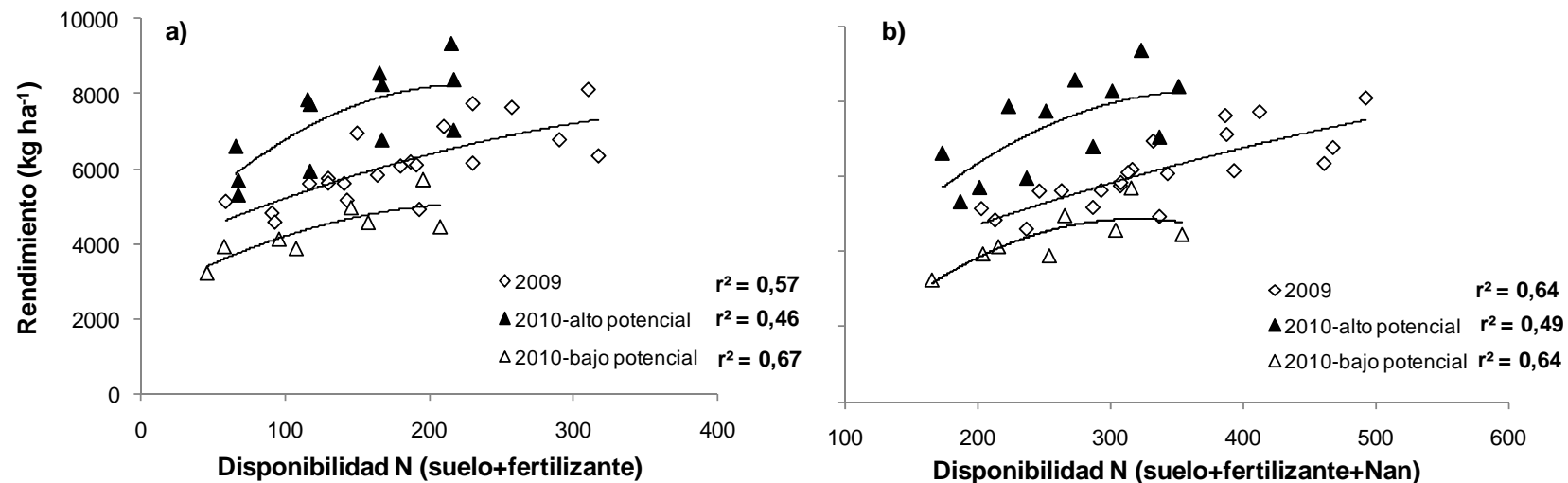


Figura 2. Rendimiento del cultivo de trigo en función de: **a)** la disponibilidad de N a la siembra sin considerar el Nan (suelo+fertilizante) y **b)** incluyendo al Nan. La concentración de Nan (0-20cm) se transformo a kg ha⁻¹ empleando una densidad de 1.2 Ton m⁻³.

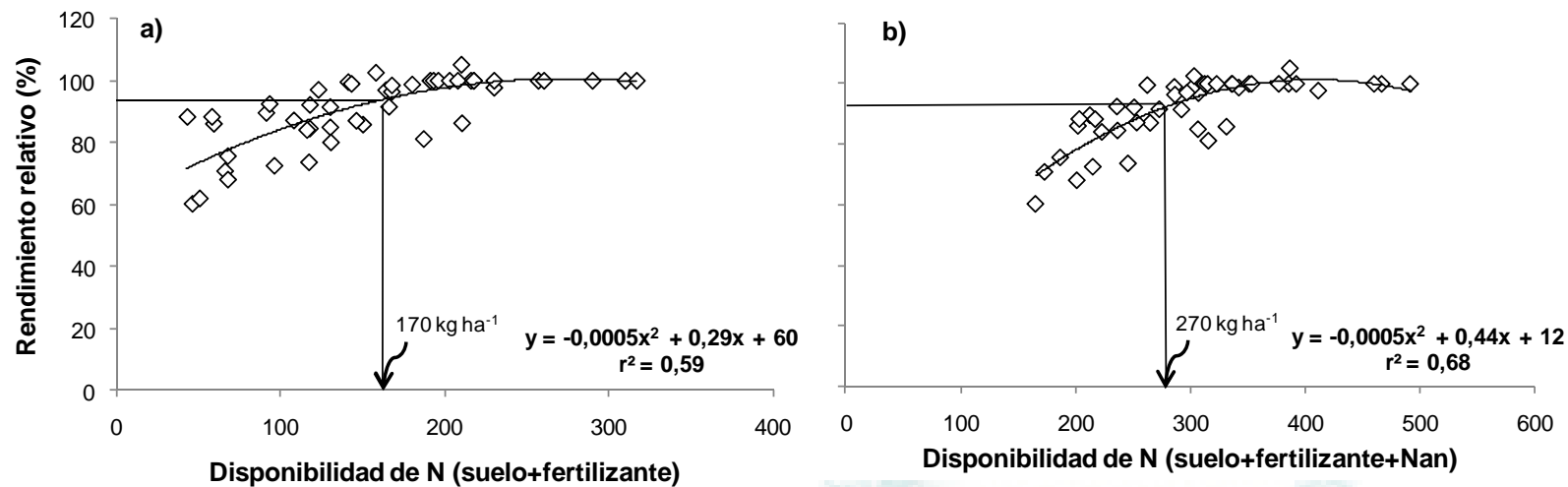


Figura 3. Rendimiento relativo del cultivo de trigo en función de: **a)** la disponibilidad de N a la siembra sin considerar el Nan (suelo+fertilizante) y **b)** incluyendo al Nan. **La concentración de Nan (0-20cm) se transformo a kg ha⁻¹ empleando una densidad de 1.2 Ton m⁻³.**

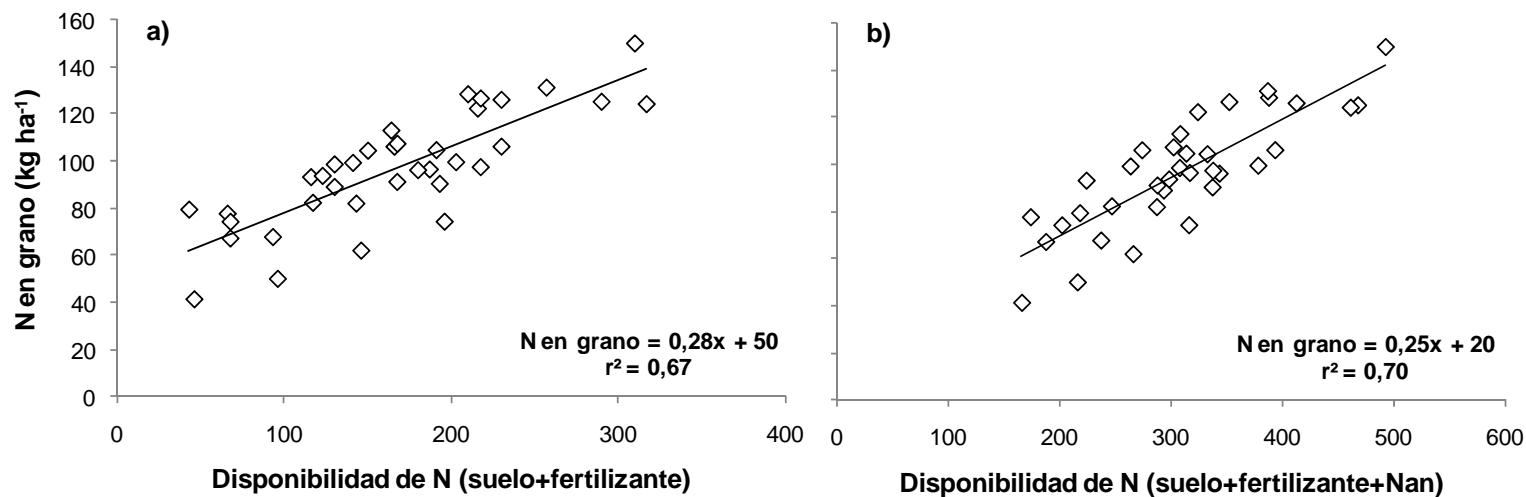


Figura 4. Exportación de nitrógeno (N) en grano de trigo en función de: **a)** la disponibilidad de N a la siembra sin considerar el Nan (suelo+fertilizante) y **b)** incluyendo al Nan. **La concentración de Nan (0-20cm) se transformo a kg ha⁻¹ empleando una densidad de 1.2 Ton m⁻³.**