

Evaluación del efecto del Nitrógeno en los parámetros fisiológicos en plántulas de dos variedades de Arroz (*Oryza Sativa L.*)

Maria Lucrecia Puig¹; Alfonso Vidal²; Andrés Rodríguez¹; Santiago Javier Maiale¹

Palabras clave: Arroz, Nitrógeno, fluorescencia de la clorofila

INTRODUCCION

El nitrógeno es uno de los macronutrientes esenciales necesarios para el crecimiento adecuado de las plantas. Juega un papel importante en la nutrición debido a su importancia en la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos (Redillas, 2011). Comprende el 16% del total de proteína vegetal (Frink et al. 1999) y aproximadamente el 2% de la materia seca de la planta (Miller y Cramer 2004). En los cultivos de cereales, la acumulación y utilización de N son procesos fisiológicos esenciales que determinan el rendimiento de grano y la calidad (Cregan y Berkum 1984, Ntanos y Koutroubas 2002, Lawrence et al. 2008).

El contenido de nitrógeno en la hoja se correlaciona con la fotosíntesis neta y las cantidades de componentes fotosintéticos (Nakano et al., 1997), particularmente el tamaño y la morfología de los cloroplastos (Sivasankar et al., 1998). La deficiencia de nitrógeno reduce significativamente la capacidad de asimilación de CO₂ de las plantas (Terashima y Evans, 1988) y el rendimiento cuántico de la fotosíntesis (Nunes et al., 1993). Esto conduce a una concentración reducida de CO₂ que en última instancia limita la actividad fotosintética por inhibición directa de la enzima fotosintética Rubisco (Haupt-Herting y Fock, 2000) o ATP sintasa (Tezara et al., 1999).

El objetivo del presente trabajo fue analizar el comportamiento del fotosistema II ante la deficiencia de nitrógeno y el contenido de este nutriente en dos variedades de arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivo de plantas: Se utilizaron las variedades Nutriar de alto contenido de proteína en grano (FCAYF, UNLP) y Camba (INTA). Las semillas fueron colocadas en placas de Petri con papel de filtro y 7,5 ml de fungicida (Carbendazim), luego se incubaron en oscuridad durante tres días a 30°C hasta germinación. Las plántulas obtenidas se cultivaron en hidroponía con solución nutritiva Yoshida que fue modificada según concentraciones decrecientes de nitrógeno, obteniendo 5 concentraciones de 40ppm (Solución yoshida original), 20ppm, 10ppm y 5ppm y 0ppm, y crecieron en condiciones controladas de luz y temperatura, con un fotoperiodo de 12hs/12hs durante 35 días. Se utilizaron 3 repeticiones por tratamiento y variedad y este ensayo fue realizado 2 veces con resultados similares.

Fluorescencia de la clorofila: Las mediciones de fluorescencia se efectuaron en la última hoja desarrollada de 10 plantas por cada concentración de nitrógeno, utilizando un fluorómetro PocketPEA (Hansatech Instruments). Con los datos obtenidos se realizó el análisis OJIP (Stirbet y Govindjee, 2011) que permite caracterizar el funcionamiento del fotosistema II.

Peso seco y contenido de nitrógeno: Las plantas de 35 días, se cosecharon y se midió el peso seco y el contenido de Nitrógeno total mediante Kjeldhal según los protocolos utilizados en el Programa arroz (UNLP).

Análisis estadístico: Los resultados se graficaron utilizando el programa Graphpad Prism 6.0 y el análisis estadístico se realizó con el InfoStat.

¹IIB-INTECH, Int. Marino Km 8, Chascomús, Buenos Aires, Argentina e-mail: lucreciapuig@gmail.com

² Programa Arroz, FCAYF, UNLP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron los parámetros OJIP para cada concentración de nitrógeno. Se observó que para las concentraciones de 40 y 20 ppm (Fig. 1 y 2) ambas variedades mostraron un comportamiento similar; pero, al analizar las concentraciones menores (10, 5 y 0 ppm, Fig. 3, 4 y 5) pudo observarse un comportamiento diferencial en los parámetros de fluorescencia de la clorofila.

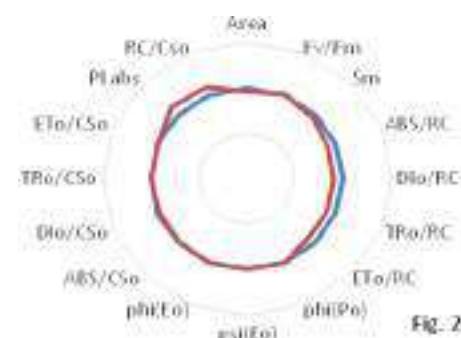
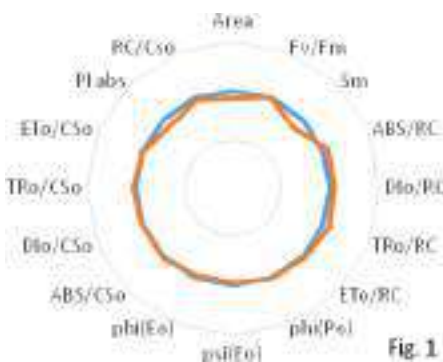


Fig. 1 y 2. Gráficos de radar para las concentraciones de 40 ppm y 20 ppm respectivamente, donde se muestra el comportamiento del cultivar Nutriar (Color naranja), tomando a Camba (Color azul) como referencia.

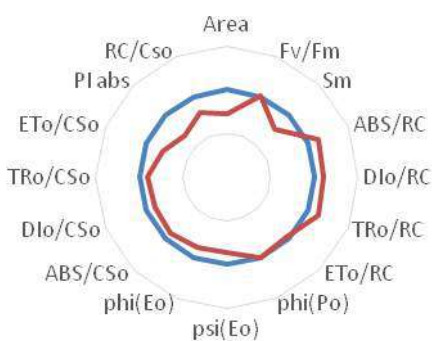


Fig. 3

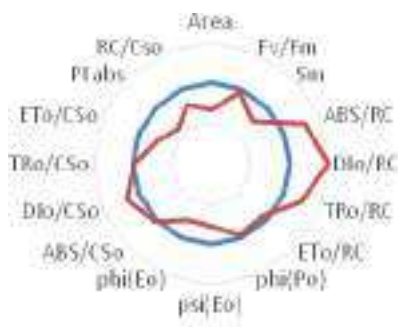


Fig. 4

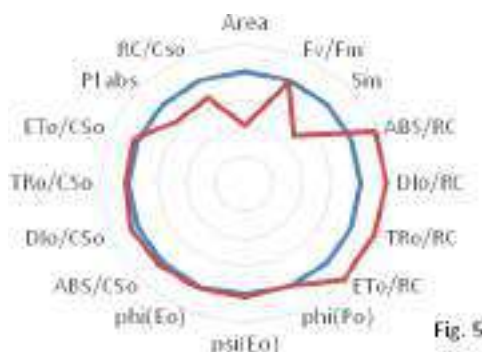


Fig. 5

Fig. 3, 4 y 5. Gráficos de radar mostrando las diferencias en el comportamiento del PSII para la variedad Nutriar (color naranja), utilizando a Camba (Color azul) como referencia, para las concentraciones de 10 ppm, 5 ppm y 0 ppm respectivamente.

Los parámetros de fluorescencia muestran diferencias de Nutriar respecto a Camba a medida que la fuente de nitrógeno se vio restringida. La variedad Camba mostró valores mayores de Plabs, RC/CSo y PSI (Eo) = ETo/TRo lo que indica una mejor actividad fotosintética respecto de Nutriar. Además el valor de Sm, que representa el conjunto de quinonas que transportan

electrones por cadena de transporte de electrones activa fue mayor, indicando una mayor energía redox almacenada en los centros de reacción cerrados.

En cuanto a los índices Fv/Fm y Plabs que son indicadores del rendimiento cuántico del fotosistema II (PSII), se observó que el primero no mostró diferencias entre las variedades en ninguna de las concentraciones, sin embargo el Plabs se vio afectado para la variedad Nutriar en las concentraciones de 10, 5 y 0 ppm. Se observa el aumento de energía disipada por centro de reacción (Dio/RC) a medida que se restringe la fuente de nitrógeno.

Contenido de Nitrógeno y peso seco

Al analizar el contenido de nitrógeno (Fig.6) para ambas variedades en las diferentes concentraciones, no se observaron diferencias significativas.

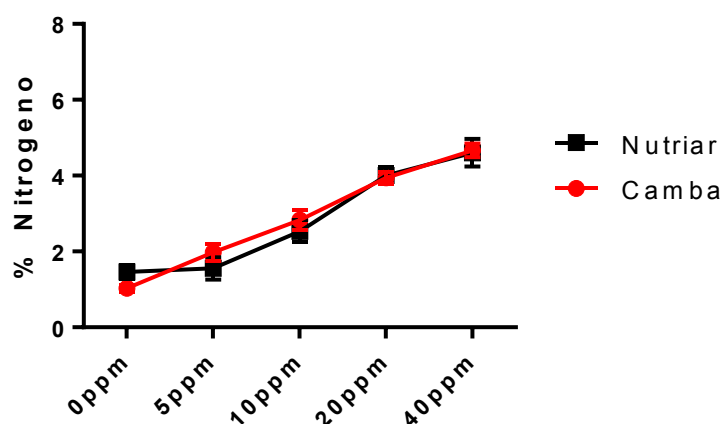


Fig 6. Contenido de Nitrógeno de las plántulas de ambas variedades para cada concentración a 35 días.

El peso seco de las variedades (Fig. 7) para 0 ppm y 5 ppm no arroja diferencias significativas entre variedades, si se observaron diferencias en el caso de 10, 20 y 40 ppm. También se observa el aumento de la concentración de Nitrógeno al aumentar la concentración en solución, aunque este aumento en el caso de Nutriar fue menor respecto de Camba aunque no significativo.

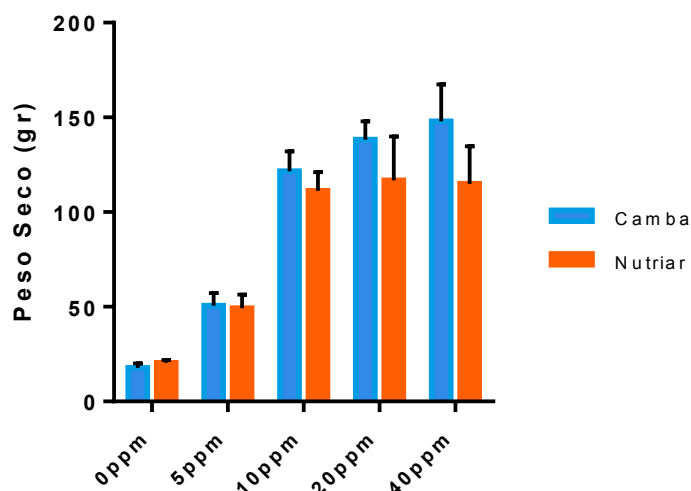


Fig 7. Peso seco de las plántulas de ambas variedades para cada concentración de nitrógeno a 35 días.

CONCLUSIÓN

Los valores de contenido de nitrógeno y peso seco no arrojaron diferencias significativas entre variedades para el momento analizado (35 días de crecimiento) coincidente con la aparición de los primeros macollos. Los resultados del análisis OJIP muestran diferencias en cuanto al comportamiento de los fotosistemas entre variedades a medida que se restringe la fuente de nitrógeno, esto indicaría una diferencia en el uso del nitrógeno para la generación de estructuras del fotosistema II.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cregan, P. B., and P. Berkum (1984). Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain crop productivity. *Theor. Appl. Genet.* 67, 97—111.
- Frink, C. R., Waggoner, P. E., & Ausubel, J. H. (1999). Nitrogen fertilizer: retrospect and prospect. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(4), 1175-1180.
- Govindjee, S. A. (2011). On the relation between the Kautsky effect (chlorophyll a fluorescence induction) and photosystem II: basics and applications of the OJIP fluorescence transient. *J Photoch Photobio B*, 104, 236-257.
- Haupt-Herting S and Fock HP (2000) Exchange of oxygen and its role in energy dissipation during drought stress in tomato plants. *Physiol Plant* 110, 489-495.
- Lawrence, L. R., Q. M. Ketterings, and J. H. Cherney (2008). Effect of nitrogen application on yield and quality of silage corn after forage legume-grass. *Agron. J.* 100, 73—79.
- Miller, A. J., and M. D. Cramer (2004). Root nitrogen acquisition and assimilation. *Plant Soil* 274, 1—36.
- Nakano H, Makino A, and Mae T (1997). The effects of elevated partial pressures of CO₂ on the relationship between photosynthetic capacity and N content in leaves. *Plant Physiol* 115, 191-198.
- Ntanos, D. A., and S. D. Koutroubas (2002). Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crop Res.* 74, 93—101.
- Nunes MA, Ramalho, JC, and Dias MA (1993) Effects of nitrogen supply on the photosynthetic performance of leaves from coffee plants exposed to bright lights. *J Exp Bot* 262, 893-899.
- Redillas, M. C. F. R., Jeong, J. S., Strasser, R. J., Kim, Y. S., & Kim, J. K. (2011). JIP analysis on rice (*Oryza sativa* cv Nipponbare) grown under limited nitrogen conditions. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 54(5), 827-832.
- Sivanskar A, Lakkineni KC, Jain V, and Abrol YP (1998). Differential response of two wheat genotypes to nitrogen supply. I Ontogenic changes in laminae growth and photosynthesis. *J Agron Crop Sci* 181, 21-27.
- Terashima I and Evans JR (1988). Effects of light and nitrogen nutrition on the organization of the photosynthetic apparatus in spinach. *Plant Cell Physiol* 29, 143-155.
- Tezara W, Mitchell VJ, Driscoll SD, and Lawlor DW (1999). Water stress inhibits plant photosynthesis by decreasing coupling factor and ATP. *Nature* 401, 914-917.