

ANALISIS FISIOLÓGICO DE LINEAS F6 MEJORADAS TOLERANTES A TEMPERATURAS SUB-OPTIMAS

Juan Vilas¹; Rodolfo Bezu²; Andrés Rodríguez¹; Santiago Maiale¹

Palabras Claves: arroz, selección, fluorescencia, fotosíntesis

INTRODUCCIÓN

Las características climáticas de la Argentina presentan una limitante en el rendimiento, en la mayor parte de las áreas para el cultivo de arroz (*O. sativa*). Estas presentan tipologías de clima templado con marcada amplitud térmica que coinciden con las etapas vegetativas del ciclo de crecimiento. En dichas zonas, la temperatura mínima media en las etapas vegetativas más tempranas promedian los 13 °C, además, el crecimiento del arroz se ve afectado a temperaturas cercanas o inferiores a 15 °C (Nakagahra et al., 1997).

Analizar el comportamiento fisiológico de las plantas en diferentes estados fenológicos (plántula y etapa de llenado de grano) pueden ser una herramienta para explicar la limitante en el rendimiento debido a un retraso en el crecimiento cuando el arroz se encuentra en estadio de plántula en condiciones de temperaturas sub óptimas. El aparato fotosintético (AP) y en especial el fotosistema II (FSII), es un objetivo sensible que se afecta en condiciones de estrés por frío (Strauss et al. 2007, Pagter et al. 2008). Determinar la fluorescencia de la clorofila y su cambio a lo largo del tiempo brinda información del estado del FSII, herramienta que puede ser usada en proyectos de mejoramiento.

Podría pensarse que aquellas plantas que tengan una capacidad fotosintética mayor deberían tener mejores potenciales de rendimiento. El objetivo de este trabajo fue caracterizar el crecimiento de líneas comerciales y F6 tolerantes a temperaturas sub-óptimas en estado vegetativo y luego ver el comportamiento del aparato fotosintético de la hoja bandera durante el llenado del grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivos de plantas: Semillas de tres líneas F6 provenientes de la cruce Rossi X Cr550 (líneas: 54-9-44-9, 29-4-53-1 y 59-8-8-5), líneas comerciales (Guri, Don Justo y Yerua) y parentales de F6 (Cr550 y Rossi) fueron germinadas en oscuridad a 30°C durante un periodo de 3 días. Las plántulas fueron cultivadas en cámara de cultivo, en condiciones de hidroponía con solución de riego descrita en Yoshida (1976), con un fotoperiodo de 12hs/12hs con una intensidad luminica de 240 PAR ($\mu\text{moles s}^{-1} \text{m}^{-2}$), humedad promedio del 60% y un ciclo térmico día/noche 28°C/24°C. Cuando las plantas llegan a hoja 3 se registra la longitud de crecimiento en cm desde la base de la planta hasta el extremo de la hoja (tiempo inicial), luego las plantas se colocan a una cámara de cultivo Percival® con las condiciones de cultivo antes descrita, cambiando el ciclo térmico a 21°C/13°C (día/noche). A los cinco días se vuelve a registrar el largo de planta, se estima el crecimiento haciendo la diferencia de longitud entre el día cinco y día cero.

Fluorescencia de la clorofila: Tres hojas banderas por planta fueron usadas para registrar la fluorescencia transiente de la clorofila y para ello se utilizó un fluorómetro comercial (PocketPEA, Hansatech Instruments). Las medidas se realizaron durante 21 días a partir de los 7 días después de antesis, a intervalos regulares de 7 días. Con los datos obtenidos se realizó el análisis OJIP (Stirbet y Govindjee, 2011) que permite caracterizar el funcionamiento del fotosistema II.

Procesamiento de las plantas: Las plantas fueron cosechadas manualmente y se evaluó: número de panoja por planta, peso de mil granos (PMG), peso total de granos, número de

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

² Programa Arroz, FCAYF, UNLP

espiguillas/panoja, porcentaje de semillas infértiles (% sem Inf) y peso de panoja (P.Panoja(gr)).

Análisis estadístico: Los datos obtenidos se graficaron con el programa Prism GrphPad 6.0. El análisis estadístico fue realizado con el software R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del crecimiento en cámara de cultivo usando el intervalo de temperatura 13/21 °C (Fig1) se observa que las líneas F6 seleccionadas por tolerancia a frío tuvieron un mayor crecimiento en comparación a sus parentales (Rossi y Cr550) y las diferentes líneas comerciales. El crecimiento de las líneas F6 fue incluso mayor al del parental Rossi descrito como un cultivar tolerante a temperaturas sub-óptimas. Por otra parte se puede observar que el crecimiento en las tres líneas F6 no muestran diferencias significativas cuando se aplica el tratamiento de frío.

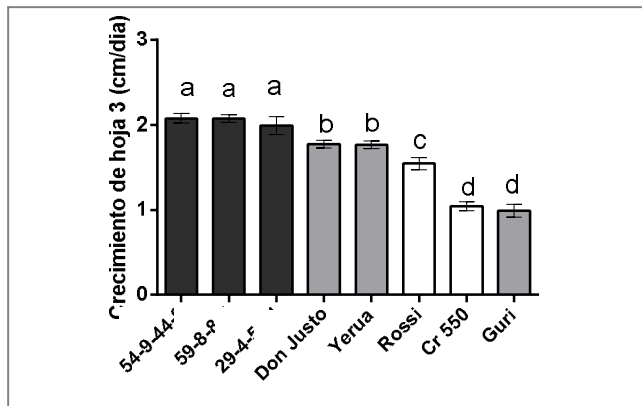


Fig.1 : Crecimiento de hoja tres (cm/día). Barras negras cultivares F6, barras grises cultivares comerciales, barras blancas parentales de los cultivares F6. Se realizó test de Kruskal-Wallis con post test de Dunn. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

En la tabla 1 se resumen los componentes de rendimiento analizados luego de la cosecha. Del análisis estadístico surge que la línea 59-8-8-5 acumula más caracteres concordantes con el ideo tipo de planta moderna diferenciándose de los parentales y los arroz cultivados en la actualidad, mostrando un menor número de panojas por planta, menor porcentaje de semillas infértiles y mayor peso de panoja. A su vez las tres líneas mejoran o igualan las características agronómicas de las líneas cultivadas y de sus respectivos parentales.

Cultivar	Nº Panojas por planta	Semillas Infértiles (%)	Peso Total (gr)	Peso de panoja (gr)
Cr 550	5,6 ab	19,97 a	11,81 abc	2,13 bcd
Rossi	6,4 ab	11,60 c	10,25 bc	1,701 de
54-9-44-9	5,9 ab	19,51 ab	13,12 abc	2,38 abc
29-4-53-1	5,7 ab	14,05 bc	15,64 ab	2,82 a
59-8-8-5	5,1 b	9,685 d	12,11 bc	2,33 abc
Guri	7,8 a	20,93 a	12,94 abc	1,45 e
Yerua	6,4 a	15,96 abc	18,17 a	2,74 ab
Don Justo	5,9 ab	21,96 a	12,07 abc	2,04 cde

Tabla 1: Resumen de algunos parámetros de rendimiento medidos. Para peso de panoja se realizó ANOVA con posttest de tukey. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Para los demás componentes de rendimiento se realizó un test no paramétrico de Kruskal-Wallis con post test de Dunn. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 1 se eligió la línea 59-8-8-5 (la cual acumuló mayores caracteres) y se comparó su comportamiento durante el llenado de grano contra los parentales y las variedades de arroz que actualmente se cultivan en la argentina. Para ello se midió fluorescencia transiente de la clorofila usando la metodología detalla anteriormente (Fig.2 y Fig.3)

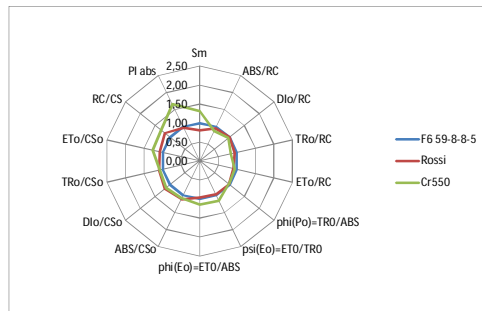


Fig.2: Gráfico de radar donde se muestran los promedios de los parámetros funcionales y estructurales del test OJIP tomados durante 21 días de llenado de grano para la variedad F6 y sus parentales: Rossi y Cr550. Se tomó como referencia al cultivar F6 (círculo azul=1)

Los parámetros de fluorescencia muestran que la descendencia posee un comportamiento del fotosistema II similar al del parental Rossi.

El parental Cr550 mostró valores mayores de PI_{ABS} , RC/CS_0 y ET_0/TR_0 lo que indica una mejor actividad fotosintética comparado con el otro parental y la línea F6. Además en Cr550 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.

Cuando se compara el comportamiento del fotosistema II de la variedad mejorada con arroces cultivados actualmente en argentina (Fig.3), solo el cultivar Don Justo muestra una mejor actividad fotosintética comparado con los demás parentales (mayor PI_{ABS} , RC/CS_0 y ET_0/TR_0). Este comportamiento fotosintético puede ser asociado a un mayor rendimiento de cosecha (Zhang et.al, 2015) lo que concuerda con lo mostrado en la Tabla 1.

La variedad F6 posee un comportamiento fisiológico similar al cultivar Guri pero con una mejor adaptabilidad a los climas mas fríos donde la variedad Guri es afectada en los componentes de rendimiento (Tabla 1).

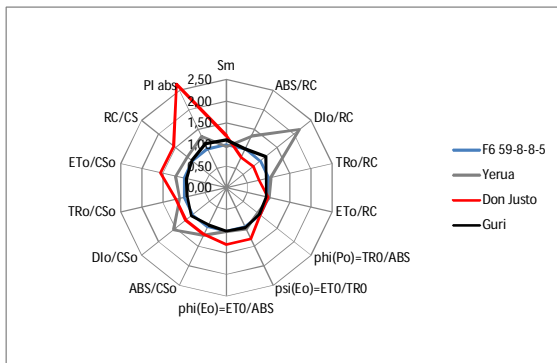


Fig.3: Grafico de radar donde se muestran los promedios de los parámetros funcionales y estructurales del test OJIP tomados durante 21 días de llenado de grano para la variedad F6, Yerua, Guri y Don Justo. Se toma como referencia al cultivar F6 (circulo azul=1).

CONCLUSIÓN

Nuestros resultados indican que combinando un análisis fisiológico resultantes del test OJIP, como indicador del mantenimiento de la actividad de la hoja bandera durante el llenado de granos y el crecimiento en condiciones de temperaturas sub óptimas en etapa vegetativa, se pueden seleccionar germoplasmas con buenas aptitudes agronómicas para posterior uso en el mejoramiento.

BIBLIOGRAFIA

- STIRBET, A; GOVINDJEE. On the relation between the Kautsky effect (chlorophyll a fluorescence induction) and Photosystem II: Basics and applications of the OJIP fluorescence transient. **Journal Photochemistry Photobiology B**; v104: p236–257, 2011.
- STRAUSS, AJ, et al. The role of low soil temperature in the inhibition of growth and PSII function during dark chilling in soybean genotypes of contrasting tolerance. **Physiologia Plantarum**, v131: p89-105, 2007.
- PAGTER, M, et al. Effects of chilling temperatures and short photoperiod on PSII function, sugar concentrations and xylem sap ABA concentrations in two Hydrangea species. **Plant Science**, v175: p547–555, 2008.
- ZHANG M, et al. Photochemical properties in flag leaves of a super-high-yielding hybrid rice and a traditional hybrid rice (*Oryza sativa* L.) probed by chlorophyll a fluorescence transient **Photosynth Research**, on line DOI 10.1007/s11120-015-0151-8, 2015 .
- YOSHIDA, S. et al. **Laboratori Manual for Physiological studies of rice**. Los baños, IRRI, 1976