

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y FISIOLÓGICO DE DIFERENTES IDEOTIPOS DE ARROZ EN ZONA DE CLIMA TEMPLADO

Rodolfo Bezus¹; Maria Pinciroli¹; Liliana Scelzo¹; Alfonso Vidal¹; Santiago Maiale²

Palabras claves: estructura de planta, rendimiento, fotosíntesis, clorofila.

INTRODUCCIÓN

En Argentina predominan el uso de cultivares que responden al tipo de planta tropical cuya estructura les permite, a través de la disposición de las hojas un mejor aprovechamiento de los recursos lumínicos. La radiación solar afecta en forma directa procesos fisiológicos como el crecimiento vegetativo, la generación de destinos reproductivos y el llenado de granos. Asumiendo que la productividad está asociada con la acumulación de materia seca y que esta depende de la capacidad de interceptación determinada por el área foliar y la arquitectura del cultivo (Ahmad, 2009), es esperable encontrar diferencias entre genotipos que muestren diferencias en la disposición de las hojas. En general se definen estructuras de planta con hojas planófilas y erectófilas (Gardner *et al*, 1985) y se lo relaciona al aprovechamiento lumínico y a la optimización de la fotosíntesis. Dos aspectos deben considerarse referidos a este funcionamiento. El primero es que entre las plantas de tipo planófilo y las erectófilas existen tipos intermedios y el segundo, que pueden existir diferencias en otros aspectos fisiológicos que determinan la productividad y que varían con las condiciones de cultivo. En zonas templadas donde la oferta de recursos es inferior sería posible considerar plantas de tipo intermedio. El tamaño de la planta y una distribución racional de las hojas del canopeo es esencial para alcanzar altos rendimientos e incrementar la productividad fotosintética. Evans *et al*, (1985) no encontró diferencias entre tasas de fotosíntesis entre variedades tradicionales y modernas y se ha destacado la importancia de la disposición y tamaño de las tres hojas superiores para el rendimiento. Jun *et al*. (2006), encontró que una alta acumulación de materia seca en etapas tardías y altos rendimientos se relacionaron con el largo y el espesor de las tres hojas superiores mejorando la eficiencia fotosintética. El peso de los granos es considerado un carácter varietal estable entre diferentes años aunque se han encontrado variaciones importantes en el peso de granos dentro de la panoja. Trabajos conducidos por el Programa Arroz indican que existen cada vez más interacciones entre genotipos y ambiente debido a la mayor existencia de cultivares. Esto determina la necesidad de valorar conjuntamente con los aspectos agronómicos y de rendimiento las variables ambientales que definen la productividad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo y fisiológico de genotipos de arroz de diferente estructura de planta en condiciones de clima templado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo a campo en La Plata (L 34° 54') 2012/13 utilizando 12 genotipos entre variedades y líneas internas. Estos genotipos presentan diferencias en su estructura de planta que se traducen en variaciones que pueden clasificarse como plantas con hojas erectas, intermedias y con mayor tendencia a planófilas. En la tabla 1 se especifican los genotipos según el tipo de planta. En el caso de las variedades que poseían panojas que superaban a las hojas se les asignó el valor de 1 (tipo 1) y a las variedades que

¹ Ingenieros Agrónomos, Programa Arroz. Facultad de Cs. Agr. y Ftales. UNLP. CC31. La Plata. CC.31. La Plata, Bs. As. Argentina

e-mail: bezus@agro.unlp.edu.ar

² Doctor en Biología, Unidad de Biotecnología 1, IIB-INTECH

poseían panojas superadas por las hojas se le asigno el valor de 0 (tipo 0). Se preparó el suelo con labranza convencional y se sembró el 26/10/2012 con maquina experimental buscando lograr 300 plantas por m². El lote se fertilizó con 50 kg.ha⁻¹ de fosfato diamónico antes de sembrar y con 100 kg.ha⁻¹ de urea en macollaje. Para el control de malezas se aplico bysypiribac sodio (Nominee) y cyhalofop butil (Clincher). Se cosechó manualmente y se evaluó: rendimiento de grano (R), número de panojas por metro cuadrado (NPM), número de granos por panoja (NGP) y peso de mil granos (PMG). Con los datos obtenidos, se realizó un ANOVA y las medias se compararon utilizando el test de Tukey (p<0,05). Se midió: fotosíntesis neta (PN), índice SPAD (SPAD HB) e índice de área foliar (IAF) en floración. Fluorescencia de la clorofila en floración y 21 días después de esta. La fotosíntesis se midió con un equipo de medición de gases portátil TPS-2 (PPsystems) en una cubeta PLC-4 y se corrigió el área de las hojas con un software provisto por el fabricante. El SPAD HD se midio con un clorofilometro Clorofilio (Cavadevices). Se midió la fluorescencia transientes de la clorofila con un fluorómetro (PocketPEA, Hansatech Instruments). Se determinó el Plabs, índice de performance para la energía absorbida y el porcentaje de conservación de Plabs (% con. Plabs) como porcentaje en que se mantiene el Plabs en hoja bandera 21 días después de la de medición en panojamiento o sea %cons. Plabs = (Plabs 21 días en HB / Plabs en panojamiento en HB) x 100. Las mediciones para conocer el valor de IAF se realizaron con un ceptómetro dual (Cavadevices). Se registraron las fechas de panojamiento de los genotipos, los valores de temperatura media diaria del aire (°C) y radiación (W.m⁻²). Se calculó el número de días con temperaturas mínimas inferiores a 15°C para los meses de cultivo.

Tabla 1. Características morfológicas de los genotipos evaluados en La Plata.

GENOTIPO	ANGULO DE LAS TRES ÚLTIMAS HOJAS	POSICIÓN DE LAS PANOJAS	TIPO DE PLANTA
Dambá	Erectas	Superada por hojas	1
Don Ignacio FCAyF	Erectas	Superan las hojas	0
H426-1-1-1	Erectas	Superan las hojas	0
H458-21-1-1	Semirrectas (pequeñas)	Superan las hojas	0
Yerua PA	Semierectas (largas, dec.)	Superan las hojas	0
Gurí CL	Erectas	Superada por hojas	1
H426-25-1-1-1	Semirrectas decumbentes	Superan las hojas	0
R/03-5xd/04-37-1-1	Erectas (grande)	Superada por hojas	1
Don Justo FCAyF	Erecta	Superada por hojas	1
Puitá	Erecta (pequeña)	Superada por hojas	1
H294xdes/96-7-1-2-1	Erecta (grande)	Superada las hojas	1
H420-36-1-2-2-1-1	Semirrectas (Grande dec.)	Superan a las hojas	0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las fechas de panojamiento de los genotipos evaluados se registraron entre el 7 y el 13 de febrero. El promedio de las temperaturas medias mensuales registradas durante el panojamiento y el periodo de llenado de grano resultaron inferiores a las medias normales para la localidad. El promedio de temperatura mensual para los meses de enero, febrero, marzo y abril resulto de 19,7 °C para esta campaña, siendo el normal para la localidad de 20,9 °C; mientras el numero de días con temperaturas mínimas inferiores a 15°C. fue de 7, 7, 25 y 20 respectivamente para los meses señalados. Los días con bajas temperaturas se registraron en la segunda quincena de febrero y los de marzo abarcaron la mayoría de los días de la primera quincena lo que determinó que todos los genotipos contarán con condiciones desfavorables en las etapas de panojamiento y llenado de grano. Por otro lado los valores de radiación (datos no mostrados) cayeron en febrero y más aun si se considera la segunda quincena donde se registraron valores promedio de 4350 W.m².

En la Tabla 3, se pueden observar genotipos con rendimientos equivalentes que se corresponden con diferentes tipos de plantas. Se observa que los genotipos alcanzan altos rendimientos combinando buen NPM con PMG o NGP con PMG.

Tabla 3. Valores medios de rendimiento y sus componentes para los genotipos evaluados. (La Plata, Argentina, 2012/13).

	Rendimiento (g.m ⁻²)	NPM	NGP	PMG (g)	PPP (g)	Fecha y días a panojamiento
R/03-5xd/04-37-1	1041.8 a	294 c	98 bc	35.9 a	3.55 ab	09/02 (95)
Don Justo FCAyF	997.6 ab	405 b	85 cde	28.8 c	2.47 cd	13/02 (99)
Don Ignacio FCAyF	990.4 abc	397 b	102 b	24.5 d	2.50 c	11/02 (97)
H458-21-1-1	962.3 abc	461 b	72 efg	29.0 c	2.08 def	12/02 (98)
H426-25-1-1-1	905.5 bcd	415 b	67 fg	32.8 b	2.18 cde	07/02 (93)
Yerua PA	901.8 bcd	288 c	90 bcd	34.8 a	3.10 b	06/02 (92)
H426-1-1-1	872.8 cd	433 b	83 de	24.3 d	2.01 ef	07/02 (93)
H294xdes/96-7-1-2-1868.9	cd	243 c	146 a	24.5 d	3.6 a	14/02 (100)
Gurí CL (T)	803.2 de	386 b	94 bcd	22.3 e	2.09 def	12/02 (98)
Puitá (T)	800.1 de	463 ab	80 def	21.9 e	1.76 fg	10/02 (96)
H420-36-1-2-2-1-1	788.6 de	549 a	58 g	24.9 d	1.53 g	07/02 (93)
Camba (T)	722.9 e	404 b	80 def	22.7 e	1.81 efg	12/02 (98)

Donde corresponde, letras distintas en las columnas indican diferencias significativas, (LSD $p < 0,05$.)

Ref.: NPM: Número de panojas por metro cuadrado; NGP: Número de granos por panoja; PMG: peso de mil granos; PPP: peso promedio de las panojas. (T) genotipos de tipo tropical.

Los genotipos clasificados como tropicales presentaron valores bajos de NGP y PMG lo que podría explicarse por una menor tasa de crecimiento debido a las condiciones ambientales descriptas. En la tabla 4 se presentan las correlaciones entre las variables que construyen el rendimiento y algunas variables fisiológicas. El NGP muestra correlación negativa con el NPM. Los genotipos con alto potencial para producir macollos y panojas presentarían problemas para la definición de granos en las condiciones evaluadas. El PMG se confirma como una variable de gran importancia para la construcción del rendimiento y en zonas de menor oferta ambiental es un componente que podría compensar la caída de otros componentes más sensibles como el número de granos llenos.

El peso de las panojas aparece relacionado de forma positiva al rendimiento y más aún al número de granos por panoja y en forma negativa con el número de panojas. Esto definiría un tipo de planta que ante las condiciones de este ensayo presente estabilidad en el peso de los granos y en el número de granos por panoja. Los genotipos de mayor rendimiento (Tabla 3), muestran como característica el mantenimiento de los valores de PMG normales y valores de número de granos por panoja que no caen sensiblemente. Tres de los cuatro genotipos más rendidores pertenecen a un tipo de planta donde las panojas superan a las hojas luego de la floración aunque presentan las tres hojas superiores con posición erecta. Las condiciones de menor oferta ambiental en zonas templadas requerirían de ideotipos diferentes a los que aparecen como superiores en zonas más tropicales.

En la tabla 4 se observa una correlación negativa entre el tipo de planta y el % con. Plabs, observándose que plantas que poseen hojas que superan a la panoja (tipo 0) tienen caídas del Plabs de menor proporción que aquellas que poseen panojas en posición superior (tipo1). No obstante, no se observa correlación entre el valor de Plabs HB y el tipo de planta a pesar que existe la tendencia a que las plantas de tipo 1 posean mayores valores que las plantas tipo 0. Por otro lado, se observó correlación en forma negativa entre el valor de Plabs HB y el % con. Plabs. Esto, parecería sugerir dos estrategias diferentes para mantener la funcionalidad del Fotosistema II, mientras la plantas tipo 1 poseen mayores

valores de Plabs y valores SPAD HB que las tipo 0, estas ultimas presentan una mejor conservación a través del tiempo de llenado que las plantas tipo 1

Tabla 4: Correlaciones entre las variables evaluadas en 12 genotipos de arroz. La Plata, 2012/13.

	Rend.	Tipo de planta	NPM	NGP	PMG	Peso panoja	Plabs HB	SPAD HB	% con. Plabs
Rend		0,0282	0,0992	0,03459	0,4359	0,3327	0,0476	0,0116	0,0017
Tipo de planta	0,1678		0,1206	0,1855	0,0643	0,0099	0,2172	0,3205	0,5765
NPM	-0,3149	0,3472		0,657	0,1602	0,8734	0,024	0,0061	0,0443
NGP	0,186	-0,4307	-0,8106 **		0,0099	0,5834	0,069	0,06572	0,1315
PMG	0,6602 *	0,2536	-0,4002	-0,0996		0,313	0,0768	0,0020	0,0286
Peso panoja	0,5768 *	-0,0998	-0,9346 ***	0,7638 **	0,5594		0,0007	0,0240	0,0458
Plabs HB	0,2184	0,466	0,1554	-0,2627	0,2771	-0,0256		0,007921	0,4262
SPAD HB	0,1077	0,5661	-0,0778	0,2564	-0,0445	0,1548	0,089		0,0424
% con. Plabs	0,0408	-0,7593 **	-0,2105	0,3626	-0,169	0,2141	-0,6528 *	-0,2059	

Rend.: rendimiento en g.m⁻²; NPM: Numero de Panojas por metro cuadrado; NGP: Numero de granos por panoja; NGP: Numero de granos por panoja

En esta oportunidad, no se observaron valores de correlación significativas entre los valores medidos de PN y de IAF para ninguna de las variables evaluadas.

CONCLUSIÓN

En zonas de clima templado es posible alcanzar rendimientos equivalentes con genotipos de diferente tipo de planta. La posición de la panoja respecto al dosel no determina ventajas comparativas en estructuras que mantienen las hojas superiores erectas. Los genotipos con capacidad de mantener el PMG y el numero de granos por panoja en estas condiciones serían los más apropiados para alcanzar altos rendimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, A.; IQBAL, S.; AHMAD, S. KHALIQ, T.; HUSNAIN, Z.; ; HUSNAIN, A. ZIAUL-HAQ, M. HOOGENBOM, G. Seasonal growth radiation interception, its conversion efficiency and biomass production of *Oryza sativa* L. Under diverse agro-environments in Pakistan. *Park. J. Bot.* V41. p. 124-157, 2009.
- EVANS, L.T.; VISPERAS, R.M.; VERGARA, B.S. Morphological and physiological changes among rice varieties used in the Philippines over the last seventy years. *Field Crops Research.*v.8. p. 105-125
- GARDNER, F.P.; BRENT, P.R.; MITCHEL, R.L. Carbon fixation by crop canopies . In: *Physiology of crops plant.* Iowa State University Press. 1985. p. 31-57.
- MA, J. MA, W. MING, D. YANG, S. ZHU, Q. Characteristics of Rice Plant with Heavy Panicle. *Agricultural Sciences in China* v5, n.12. p.911-918, 2006.
- YOSHIDA, S. Rice plant characters in relation to yielding ability. In: *Fundamentals of rice crop science.* The International Rice Research Institute. Los Baños. Philipines. p. 195-235, 1981.