MANEJO ALTERNATIVO DE AGUA DE RIEGO EN ARROZ, GENOTIPOS Y FERTILIZACION NITROGENADA

Bezus R¹; Pincirolí M¹; Scelzo L¹; Vidal¹ Alfonso A¹

Palabras claves: *Oryza sativa*, rendimiento, calidad, nitrógeno

INTRODUCCIÓN

En Argentina el sistema de cultivo de arroz predominante es de siembra en seco y riego por inundación a partir del macollaje. El agua de riego es un elemento fundamental para los requerimientos fisiológicos de la planta e influye en la disponibilidad de nutrientes, el control de malezas y plagas, previene la incidencia de bajas temperaturas en periodos críticos y la aparición de enfermedades. En este marco la obtención y manejo del agua de riego son componentes principales de los costos de producción.

Se han propuesto técnicas para reducir el consumo de agua que involucran la reducción de la profundidad de inundación, mantener el suelo saturado o alternar períodos de humedad y secos. Manteniendo el suelo saturado o alternando períodos húmedos y secos se podría ahorrar de un 30 a un 75 % de agua cuando se lo compara con la inundación (MISHRA et al, 1990). Estos sistemas, además permitirían mejorar el aprovechamiento del agua aportada por las precipitaciones.

Es aceptado que los manejos que permiten ahorrar agua pueden reducir los rendimientos de arroz por el estrés que producen (BAUMAN et al, 2002) pero la identificación de genotipos más eficientes en el uso del agua junto con el manejo de ésta, en función de las necesidades diferenciales durante el ciclo de cultivo pueden brindar bases para un manejo más sustentable. En este marco debe analizarse la relación entre rendimiento de genotipos de arroz y agua utilizada para encontrar la combinación que no comprometa el resultado del cultivo.

En el arroz, por ser un grano de consumo directo, la calidad industrial adquiere mayor importancia que en otros cereales. WANGDA CHENG et al, (2003) encontraron que el efecto de diferentes disponibilidades de agua sobre la calidad de los granos depende del genotipo utilizado, existiendo una fuerte interacción entre genotipo y ambiente para los parámetros de calidad.

El arroz, por crecer inundado gran parte de su ciclo, se presenta como una especie de menor respuesta a la fertilización nitrogenada con respecto a otros cultivos y se indica que ello es debido a lo complejo que resulta el ciclo del nitrógeno en este sistema (Bonetote et al, 1988), y a las transformaciones que sufre el estado en que se encuentra el mismo. Además, son importantes las pérdidas en forma de amonio por volatilización y de nitros por lixiviación. Identificar genotipos que combinen una buena eficiencia de uso de N en diferentes sistemas de cultivo acompañada de la producción de calidades aceptables es un objetivo central si se piensa en un sistema de cultivo más sustentable. Cambios en el manejo del cultivo relacionados con el riego pueden determinar diferencias en el uso de nutrientes y en el efecto de las prácticas de fertilización por lo que estas prácticas deben considerarse en conjunto. Sistemas alternativos de riego de arroz que reduzcan el uso del recurso afectarían el rendimiento y la calidad del grano con variaciones que dependen del genotipo.

¹ Programa Arroz. Facultad de Cs. Agr. y Ftale. UNLP. CC31. La Plata. CC.31. La Plata, Bs. As. Argentina
e-mail: bezus@agro.unlp.edu.ar

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y la calidad de dos genotipos de arroz cultivados con dos niveles de uso de agua de riego y distintos niveles de fertilidad nitrogenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo a campo en La Plata (L 34° 54') durante la campaña 2009/10 utilizando las variedades Don Ignacio (DI) y Don Justo (DJ), ambas de tipo comercial largo fino. Los sistemas de riego fueron, el tradicional inundado (I) y otro regado (R) por manto, después que el suelo alcance un nivel de tensión de agua de aproximadamente -0,03 Mpa a 0.20m. Los niveles de fertilización (F) fueron: 0, 60, 90 y 120 kg de N.ha⁻¹ (0N, 60N, 90N y 120 N) aplicados como urea particionada en macollaje y diferenciación de la siguiente manera: 0; 30+30; 60+30 y 60+60 kg de N.ha⁻¹ En un diseño anidado para sistema de riego se dispusieron los genotipos y tratamiento de fertilización en bloques al azar con tres repeticiones. El suelo del ensayo mostró un PH de 6,9, adecuado para el arroz, un 3% de materia orgánica y valores adecuados de nitrógeno total (0,16 %) y fósforo (20 ppm). Se controlaron las malezas con aplicaciones de Bispyribac sodio. Se cosechó manualmente y se evaluó: rendimiento de grano, rendimiento industrial como porcentaje de grano total (GT) y porcentaje de grano entero (GE); temperatura de gelatinización a través de la determinación de Alcali-test y manchado (M) como porcentaje de granos con más de un 50% de sus cáscaras coloreadas Con los datos obtenidos, se realizó un ANOVA. Las medias se compararon utilizando el test de Duncan (p < 0,05%). Los registros mensuales de temperatura y precipitaciones se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Registros de precipitación y temperatura media mensual durante el período de cultivo y valores normales para la localidad (La Plata, Argentina, 2009-10)

°C	nov	dic	Ene	feb	mar	abril
<i>Pp.(mm)</i>	140,2	105,6	98,2	253,0	87,4	51,4
<i>Pp normal.(mm)</i>	97,0	80,0	106,2	104,2	111,6	82,6
<i>Temp. media(°C)</i>	19,0	20,3	23,6	22,2	20,3	15,3
<i>Temp. media normal</i>	19,3	22,4	23,8	22,7	20,8	16,1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio de las temperaturas medias mensuales registradas durante el cultivo fue de 20,1°C. Las mismas se correspondieron con las históricas. Las precipitaciones acumuladas resultaron de 735,8 mm para los meses de noviembre a abril inclusive, abundantes para la localidad, cuyo valor normal es 481,6 mm. Las fechas de panojamiento promedio para las variedades DI y DJ respectivamente, fueron el 5 y 8 de febrero en I y el 12 y 16 del mismo mes para R. Coincidiendo con lo observado por PANTUWAN et al, (2002), la restricción hídrica produjo un atraso en la fecha de panojamiento. Se registró un alargamiento del ciclo de los cultivares en aproximadamente 7 días. En ambos sistemas de manejo de riego, DI resultó la variedad más precoz, mientras que la fertilización nitrogenada no produjo variaciones en los valores de duración del ciclo.

Las condiciones del cultivo determinaron que sólo fuesen necesarios 3 riegos durante los meses de diciembre y enero. En años normales, serían necesarios un mayor número sobre todo en los períodos de desarrollo reproductivo de cultivo (enero-febrero).

Los rendimientos en ambos tratamientos de riego (Tabla2) pueden considerarse buenos al ser comparados con los promedios del país alrededor de 6000 kg.ha⁻¹.(SAGyP).

Se observó interacción riego por variedad (RxV). El sistema regado produjo caídas en el rendimiento de un 40.6% en DJ pero en DI no se registraron diferencias entre tratamientos de riego demostrando que la respuesta en el rendimiento es dependiente del genotipo (Tabla 3). En experiencias anteriores BEZUS, R. *et al*, (2004) se encontraron caídas en el rendimiento de 27 % para ambos genotipos en el sistema regado, aunque con menores rendimientos promedio atribuibles a condiciones de crecimiento menos favorables. En esa campaña, la diferencia en términos absolutos con el sistema inundado alcanzó valores de 1840 kg.ha⁻¹. En el ciclo de este ensayo las abundantes y frecuentes precipitaciones registradas entre el 12 de enero y el 19 de febrero, periodo crítico para el cultivo, pueden haber contribuido a los elevados rendimientos obtenidos en R. La variedad DI mostró una mejor adaptación a esas condiciones.

La fertilización no mostró interacción con la variedad ni con el tratamiento de riego. La falta de respuesta en el rendimiento del cultivo a la aplicación de N también estaría relacionada con las buenas condiciones del suelo. En experiencias anteriores se encontraron mayores respuestas en el sistema inundado (datos no publicados). En esas experiencias las menores precipitaciones durante el ciclo determinaron la necesidad de un mayor número de riegos que pudieron modificar la eficiencia del uso del fertilizante asociado a mayores demandas ambientales de agua.

Los valores de GE presentaron interacción significativa R x V (Tabla 2)..

Tabla 2. Valores medios de rendimiento y parámetros de calidad, para las variedades y tratamientos de manejo de agua y fertilización estudiados (La Plata, Argentina, 2009-10).

	Rendimiento (g.m ²)	GE (%)	GT (%)	Alcali-test
I	1056,08	60,55	68,43	3,52 a
R	789,25	52,51	66,46	3,20 b
DI	918,29	62,25	68,15	3,32 a
DJ	927,04	50,81	66,74	3,40 a
0	917,17 a	55,89 a	67,32 a	3,37 a
60	958,58 a	56,82 a	67,55 a	3,34 a
90	905,25 a	56,96 a	67,48 a	3,46 a
120	909,67 a	56,46 a	67,43 a	3,28 a
Interacción				
R x V	S	S	S	NS
R x F	NS	NS	NS	NS
V x F	NS	NS	NS	NS

Ref. Ref.: GE grano entero, GT: grano total.

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

El cultivar DJ presentó menores valores de GE que DI y se vio afectado por el tratamiento R a diferencia de DI (Tabla 3). La biometría, forma y constitución interna del grano pueden haber definido estos resultados. En este sentido adquiere importancia la selección de genotipos como DI para sistemas sin inundación. La combinación de su mayor capacidad de rendimiento con valores altos de rendimiento industrial determinan una buena aptitud de este cultivar para estos sistemas. El porcentaje de GT fue inferior en DJ sólo en el tratamiento R (Tabla 3). La fertilidad no afectó el rendimiento industrial de las variedades (Tabla 2). En ensayos previos se registraron mejoras en los parámetros de rendimiento industrial posiblemente por la influencia de las condiciones ambientales del ciclo.

Los valores de álcali-test (Tabla 2) presentaron una disminución significativa en el tratamiento regado. El llenado de grano, proceso de acumulación de almidón se acelera en situaciones de estrés hídrico (YANG et al, 2003) quizás haya sufrido modificaciones.

El planteo de costos de producción para los sistemas de riego probados determinará la aplicabilidad real pero establece al sistema regado como una alternativa en años de precipitaciones favorables y ante el avance de la escasez y cuestionamientos en el uso del agua.

Tabla 3. Análisis de las interacciones Riego x Variedad para los valores de rendimiento, GE y GT (La Plata, Argentina, 2009-10).

	Rendimiento (g.m ²)		GE (%)		GT (%)	
	Inundado	Regado	Inundado	regado	Inundado	regado
D I	948,67aA	887,92 aA	63,53aA	60,98 aA	68,43 aA	67,86 aA
DJ	1163,50 aA	690,58 aB	57,58 bA	44,03 bB	68,43 aA	65,05 bB

Ref.: GE grano entero, GT: grano total.

Letras distintas minúsculas en columna y mayúsculas en fila en las columnas indican diferencias significativas entre tratamiento de riego y variedad (Duncan p<0,05.)

CONCLUSIÓN

Se concluye que, en ciclos con regímenes de precipitaciones favorables, el sistema de riego sin inundación es una alternativa para el ahorro de agua. La elección del genotipo, en estas condiciones, es importante y los programas de mejora deberían seleccionar materiales también en condiciones de menor disponibilidad de agua. La misma conclusión se extiende a los parámetros de rendimiento industrial. En las condiciones de este ensayo, el cultivar Don Ignacio presenta características de adaptación al sistema regado que deben ser estudiadas con mayor detalle.

La falta de respuesta a la disponibilidad de N debe más estudiada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- YANG, J.; ZANG, J.; WANG, Z.; ZHOU, K.; LOU, W. Activities of enzymes involves in sucrose-to-starch metabolism in rice grain subjected to water stress during filling. **Field Crops Research** v81. p. 69-81, 2003.
- MISHRA A. RATHORE, TR; JADEAR, RC. Effect of intermittent irrigation on groundwater table contribution irrigation requirement and yield of rice in mollisols of the Torai region. **Agricultural Water Management**, v.18. n.3. p.231-241, 1990.
- PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; COOPER, M.; RAJATASEREKOL, S.; O'TOLER, JC. Yield response of rice genotypes to drought under rainfed lowland. 3 plant factor contributing to drought resistance. **Field Crops Research** v73. p.181-200, 2002.
- WANGDA CHENG, GUOPING ZHANG, GUOPING ZHAO, HAIGEN YAO, HAINMING XU. Variation in rice quality of different cultivars and grain position as affected by water management. **Field Crops Res.** v80. p.245-252.
- BOUMAN, B.A.M., TOUNG, T.P., 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. **Agric. Water Management**.v49. p.11-30.
- BONETTO, C., CARCAÑO, A.1988. Factores ecológicos asociados a la fertilización nitrogenada en los arrozales y su influencia en la producción. **Ecosur** v.14-15 (25-26) p. 81-92,1988
- SAGPYA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación), 2008. Estimaciones Agrícolas mensuales. <http://www.sagpya.mecon.gov.ar> [fecha de consulta: 12/02/09].
- BEZUS, R.; VIDAL,A.; PINCIROLI,M.; MAIALE,S.. **Evaluación de genotipos de arroz en dos sistemas de manejo de agua.** In: XXV REUNION ARGENTINA DE FISIOLÓGIA VEGETAL. SANTA ROSA. La Pampa. Argentina, 22-24 Septiembre 2004.