

ISSN 0104-1347

## Efecto del atraso en la época de siembra sobre el desarrollo, la productividad y la calidad del arroz en Buenos Aires, Argentina.

Effects of sowing time delaying on the development, productivity and quality of rice in Buenos Aires, Argentine.

Alfonso Vidal<sup>1</sup>, Rodolfo Bezus<sup>2</sup> y Marcelo Asborn<sup>3</sup>

**Resumen** - El objetivo de éste trabajo fue evaluar el comportamiento de genotipos de arroz de diferente ciclo en dos épocas de siembra, sobre el desarrollo, rendimiento y sus componentes y la calidad del grano. Experiencias realizadas en la zona de la depresión del Salado, (latitud mayor que 34°S), Provincia de Buenos Aires, demostraron la factibilidad del cultivo y la necesidad de conocer el comportamiento de los cultivares de arroz. La temperatura media histórica de octubre a profundidad de siembra para ésta zona es de 16,8°C por lo tanto las siembras en éste mes resultan aun riesgosas. Se implantaron seis genotipos de ciclo corto intermedio y largo en dos épocas de siembra, una en noviembre y una en diciembre. El ensayo se condujo en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, (34°52' S), La Plata, Argentina. Las siembras de fines de noviembre reducen significativamente los rendimientos en todos los genotipos. Aunque se observó interacción, la ocurrencia de bajas temperaturas en el período reproductivo afectó al número de granos por panoja y al porcentaje de granos vanos. Todos los parámetros de calidad evaluados presentaron interacción época por cultivar, no apartándose de los estándares comerciales. Los genotipos de ciclo intermedio y largo no resultan adecuados para siembras en diciembre en esta zona, dada la magnitud en la pérdida de productividad.

**Palabras clave:** arroz, genotipos, temperatura, componentes de rendimiento, calidad de grano.

**Abstract** -The aim of this work was study the behavior of genotypes of rice, of different cycles, in two sowing dates in terms of development, yield and its components and grain quality. Trials carried out in the Salado region (Bs. As.), at latitud greater than 34° LS, have demonstrated the feasibility of rice cultivation and indicated the need of the knowledge of different cultivars behavior. The long term mean temperature in October at seeding depth in this region is 16.8°C. This indicates that sowing rice at this moment is very risky. Six rice genotypes differing in the length of cycle were seeded in two dates (November and December). Trial was carrying out in the Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP (34° 52' LS), La Plata, Argentina. All genotypes decreased significantly the yield at December sowing. Although it was observed interaction, the low temperatures registered in the reproductive period affected the grain number per panicle and the grain sterility percentage. Quality parameters showed sowing time x cultivars interaction and were into the commercial standard. Genotypes of medium and large cycle were unsuitable to be sown in December in this zone, due to the high yield decreased.

**Key words:** rice, genotypes, temperature, yield components, grain quality.

<sup>1</sup>Coordinador Programa Arroz. Departamento de Producción Vegetal. FCA y F (UNLP).CC31-1900. La Plata Argentina e-mail: a Vidal@ceres.agro.unlp.edu.ar

<sup>2</sup>Sub Coordinador del mismo Programa.

<sup>3</sup>Profesor Titular Climatología Departamento de Biología y Ecología Vegetal. FCAyF (UNLP) e-mail: masborn@isis.unlp.edu.ar

## Introducción

En la Argentina la superficie cultivada con arroz ha aumentado en la última década, llegando a incrementos del 200% en la provincia de Entre Ríos y abriendo la posibilidad del cultivo en zonas más australes. El Programa arroz ha realizado experimentos en la zona de la depresión del Salado, al sur del paralelo 34° S., demostrando la factibilidad del cultivo y recalando la necesidad de conocer el comportamiento de los cultivares.

En éstas latitudes pueden esperarse la ocurrencia de temperaturas subóptimas con mayor frecuencia que en la zona de cultivo tradicional en la Argentina.

Es prioritario el conocimiento del comportamiento de los cultivares ante las condiciones ambientales y en especial la temperatura para ajustar el manejo del cultivo y el mejoramiento de variedades.

En regiones templadas la ocurrencia de bajas temperaturas es la principal limitante para el cultivo afectando la duración del ciclo (ASBORNO *et al.*, 1999). Este factor influye sobre el vigor de las plántulas y la esterilidad de las espiguillas (NISHIYAMA *et al.*, 1969; RUGTER & PETERSON, 1979)

El rango favorable de temperaturas del aire para el desarrollo del cultivo va desde 15-18°C a 30-35°C (NISHIYAMA, 1976).

La temperatura media histórica de octubre a profundidad de siembra para ésta zona es de 16,8°C bastante cercana al rango inferior citado, por lo tanto las siembras en éste mes todavía resultan riesgosas.

A partir de noviembre la temperatura media (19,6°C) resulta adecuada para la germinación, no obstante es importante conocer cuanto puede retrasarse la fecha de siembra sin afectar los rendimientos.

En estas zonas se cuenta con un período más corto para el desarrollo del cultivo ya que la disponibilidad térmica es menor pudiendo esto afectar en forma diferencial a los distintos cultivares.

Los componentes del rendimiento y la calidad del grano son afectados por las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla la planta siendo necesario el estudio de las interacciones en cada ambiente. Las bajas temperaturas producen distintos efectos a lo largo del ciclo del cultivo, destacándose

los retrasos en la floración y el incremento de la cantidad de granos vanos (YOSHIDA, 1973). Asimismo se ha identificado al período comprendido entre los 14 a 7 días anteriores al panojamiento y la floración como los momentos más sensibles a las bajas temperaturas (SASAKI & WADA, 1973). BORRELL *et al.* (1998) también encontró una correlación negativa entre el rendimiento y el promedio diario de temperaturas entre iniciación de la panoja y antesis.

La época de siembra puede ubicar los estados susceptibles en momentos en que pueden ser afectados por condiciones desfavorables y afectar de esa manera los rendimientos.

Se ha determinado la influencia de la temperatura y la humedad relativa sobre el rendimiento en grano entero y quebrado (JODARI & LISCOMBE, 1996; SIEBENMORGEN & NERHUS, 1998).

La temperatura ambiente durante el período desarrollo del grano, afecta el contenido de amilosa de los granos. Este último puede incrementarse o bajar de acuerdo a si en este período se registran temperaturas más bajas o altas que lo normal (JENNINGS *et al.*, 1979; GÓMEZ, 1979; MACKENZIE, 1994).

El objetivo de éste trabajo fue evaluar el comportamiento de genotipos de arroz de diferente ciclo en dos épocas de siembra, sobre el desarrollo, rendimiento y sus componentes y la calidad del grano.

## Materiales y métodos

Se implantó un ensayo en la Estación Experimental "Ing. Agr. Julio Hirschhorn" de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP ( lat. 34°52' S, long. 57°57' O de G. y 15 m snm), La Plata, Argentina.

Se sembraron en dos épocas (30 de octubre y 28 de noviembre de 1997), los genotipos Yermal (Y) y Tebonnet (Te) de ciclo corto (menor de 90 días); TF 237(TF) y San Miguel INTA-FECOAR (SM) de ciclo intermedio (100 días); y H239-133 (H239) y H297-61(H297) de ciclo largo (110 días).

La siembra se realizó en seco, en forma manual a razón de 350 plantas/ m<sup>2</sup>, en líneas a 0,20 m, en un suelo Argiudol típico. El cultivo se condujo con riego por inundación a partir de los 30 días de la emergencia. Las malezas se controlaron con herbicidas de presiembra incorporado (Molinate) y de postemergencia temprana (Propanil),

completándose el desmalezado mediante carpidas manuales.

Los elementos meteorológicos se registraron con un equipo automático programable Equidata R D III con seis sensores PT 100 de 0,1° C de sensibilidad, ubicados en el cultivo en columnas termométricas a 1,50 m de altura con protector de radiación solar. La suma térmica se computó por el método Weather Bureau - USWB, (GILMORE & ROGERS, 1958), a partir de una temperatura base de 10°C para los distintos subperíodos de cultivo. Durante el período de ensayos se realizaron las siguientes observaciones fenológicas: nacimiento, (fecha de emergencia del 50% de la parcela), panojamiento (aparición del 50% de las panojas de la parcela) y la fechas de madurez cérea.

Se evaluó el rendimiento (13,5 % de humedad) y sus componentes mediante la cosecha de 0,3 m<sup>2</sup> de cada parcela. Se determinó el número de panojas por m<sup>2</sup>, de granos por panoja, granos vanos por panoja y el peso de los mil granos. El resto de la planta se secó en estufa a 70°C durante 48 horas, se determinó la materia seca y se calculó el índice de cosecha.

Se determinaron los siguientes factores de la calidad del grano: Rendimiento industrial (% grano entero y % de grano total), utilizando un molinillo experimental tipo Universal; temperatura de gelatinización del almidón (TG) utilizando la prueba alcalina (LITTLE et al, 1958) y el contenido de amilosa (CA), según la técnica de WILLIAMS et al, (1958) modificada por JULIANO, (1971).

Se conformo un ensayo en parcelas divididas donde las parcelas fueron las épocas de siembra y las subparcelas los cultivares. La parcela principal constó de una superficie de 15 m<sup>2</sup> y tres repeticiones. La subparcela tuvo una dimensión de 2,5 m<sup>2</sup>.

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de la varianza y se utilizó el test de Tuckey (p=0,05) para determinar las diferencias mínimas significativas.

## Resultados y discusión

Las fechas de emergencia fueron 12 de noviembre para la primera época de siembra, y 13 de diciembre para la segunda.

Las temperaturas medias durante el ensayo

(TME) fueron inferiores a las históricas (Tabla 1) y se registraron mínimas absolutas menores a 10° C (Figura 1), comunes en ésta zona, en los meses de enero y febrero. De acuerdo a esto, los cultivares que presentaron buen comportamiento pueden ser considerados aptos para ser sembrados en esta zona.

Cuando se analiza la duración de los subperíodos del cultivo (Tabla 2), se observa un comportamiento diferencial de los cultivares en la duración de la fase nacimiento-panojamiento (N-P). El atraso en la época de siembra produjo un acortamiento del subperíodo excepto en los genotipos de ciclo intermedio.

Los cultivares de ciclo corto (1° y 2° época) e intermedios en la primer época panojaron durante el mes de febrero lo que es adecuado para éstas latitudes. Los de ciclo intermedio en la 2° y largos en ambas épocas lo hicieron en el mes de marzo, donde las temperaturas son menos favorables, desplazando el siguiente subperíodo a abril, donde las temperaturas son sensiblemente menores.

Excepto los cultivares de ciclo largo, el número de días de la etapa P-MC en la segunda época de siembra se incrementan (Tabla 2). Una explicación de éste comportamiento en los cultivares de ciclo largo se encontró en el bajo porcentaje de grano lleno logrado debido a la incidencia de bajas temperaturas como se explican mas adelante.

El rendimiento no presentó interacción significativa época x cultivar pero sí lo fue para la producción de materia seca (MS), biomasa (B), índice de cosecha (IC), número de panojas por m<sup>2</sup>, granos por panoja, granos vanos por panoja y peso de mil granos (PMG).

Se observó una disminución significativa en los rendimientos en la segunda época de siembra con valores promedio de 677 gr./m<sup>2</sup>, para la primer época y 379,6 para la segunda. La caída en el rendimiento en los cultivares de ciclo largo fue mayor (Tabla 3).

El componente pan/m<sup>2</sup> no presentó diferencias significativas aunque tendió a disminuir en todas las variedades excepto en TF237 en la segunda época, por lo tanto el acortamiento en el subperíodo N-P no incidió en el número de panojas/m<sup>2</sup>.

El número de granos por panoja disminuyó significativamente en la segunda época en los cultivares de ciclo intermedio y largo (Tabla 4). Conside-

**Tabla 1.** Valores de temperatura media del aire históricos y del período del ensayo.

	Setiem.	Octubr.	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrer.	Marzo	Abril
TMH	13,9	16,8	19,6	22,9	24,2	23,1	20,9	17,4
TME	15,5	15,7	18,2	19,6	20,8	20,4	18,9	16,8

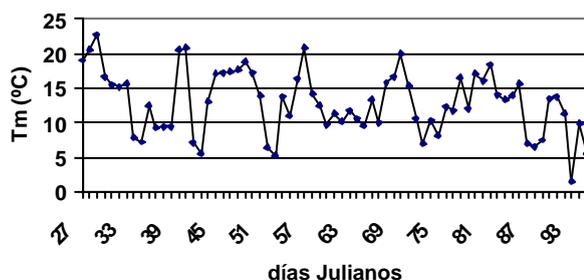
TMH= Temperatura media histórica TME =Temperatura media durante el ensayo

**Tabla 2.** Duración de los subperíodos en días (ND) y sumas térmicas en grados día (GD) de los cultivares de arroz evaluados.

Cultivares	N - P				P - MC			
	1ª EPOCA		2ª EPOCA		1ª EPOCA		2ª EPOCA	
	GD	ND	GD	ND	GD	ND	GD	ND
Y	836,3	86	775,5	77	236,7	24	272,9	30
Te	845,8	87	785,0	78	291,0	28	300,2	35
TF	869,5	90	926,0	91	328,2	30	303,9	35
SM	888,1	93	935,5	92	425,5	33	320,4	34
H239	1065,0	109	1011,0	101	365,1	42	199,2	30
H297	1084,0	111	1000,0	99	308,6	38	291,6	35

N-P = nacimiento – panojamiento; P-MC = panojamiento- madurez ccrea

rando la fecha de encañamiento y las temperaturas mínimas registradas siete días antes y después de dicha fecha, es posible explicar las causas de éstas diferencias. Entre los 34 y 43, y los 52 y 55 días julianos se registraron temperaturas mínimas inferiores a 10° C (Figura 1). En la segunda época tanto Y como Te ubican el principio de encañamiento en fechas anteriores, pero el resto fue afectado en este período por dichas bajas temperaturas.

**Figura 1.** Temperaturas mínimas en el período Encañamiento - panojamiento.

El PMG no presentó diferencias significativas entre épocas salvo en uno de los cultivares de ciclo largo.

Los valores de esterilidad (% de vanos) fueron altos y mostraron interacción significativa cultivares x época. Los cultivares de ciclo largo aumentaron éste porcentaje en la siembra tardía. Mientras que en las variedades de ciclo corto la tendencia fue inversa (Tabla 4). Esta interacción se puede explicar observando las temperaturas mínimas entre los 39 y 45 días Julianos posteriores a antesis en los cultivares de ciclo largo (Figura 1).

Los valores de materia seca fueron menores en los genotipos de ciclo corto y no se modificaron con

**Tabla 3.** Rendimiento promedio de los cultivares en las dos épocas de siembra de noviembre (1ª) y diciembre (2ª época).

Cultivares	Rendimiento (g/m <sup>2</sup> )	
	1ª época	2ª época
Y	821,2	610,3
Te	623,0	424,6
TF	677,0	477,1
SM	704,6	419,2
H239	493,2	126,1
H297	743,3	220,3

**Tabla 4.** Panojas por metro cuadrado, granos por panoja, peso de mil semillas y porcentaje de esterilidad en los genotipos en las dos épocas en La Plata.

Cultivares.	Pan/m <sup>2</sup>		Gran./panoja		PMG		Vanos/pan.(%)	
	1ª época*	2ª época	1ª época	2ª época	1ª época	2ª época	1ª época	2ª época
Y	451	341	128,6 a	96 a	24,3 a	24,3 a	31,1 a	26,8 a
Te	370	352,2	108,8 a	99,2 a	21,2 a	22,6 a	34,6 a	19,7 b
TF	597,8	633,3	101,2 a	58,9 b	22,9 a	22,6 a	34,5 a	48,0 a
SM	417,8	383,3	134,4 a	95,8 b	22,8 a	22,9 a	36,1 a	43,4 a
H239	411,1	372,2	117,1 a	28,5 b	23,2 a	22,2 a	39,5 a	81,0 b
H297	426,6	316,6	135,3 a	51,6 b	20,7 a	22,3 b	34,2 a	67,6 b

\*1ª época: 30/10 e 2ª época: 28/11.

Letras distintas entre épocas indican diferencias significativas (Tukey  $p>0,05$ )

la época de siembra. Los cultivares de ciclo intermedio y largo mostraron un comportamiento diferencial según el genotipo.(Tabla 5)

Para las condiciones del ensayo los ciclos cortos presentaron IC adecuados en ambas épocas de siembra. Solo Yermal mantuvo el IC en la segunda época debido a una menor producción de materia seca. Los genotipos intermedios y largos mostraron una disminución debido a la reducción del rendimiento y al incremento en la materia seca.

La interacción fue altamente significativa para todas las variables de calidad evaluadas.

El contenido de amilosa se incrementa en Y, Te, TF H297. La temperatura de gelatinización muestra incrementos en la segunda época en Y, TF y SM. Los incrementos de estos valores podrían explicarse por la ocurrencia de altas temperaturas durante período de llenado del grano durante la primera época de siembra para los cultivares de ciclo corto e intermedio, coincidiendo con lo indicado por JENNINGS et al (1979), GOMEZ (1979), e MACKENZIE (1994).

El rendimiento industrial mostró un incremento en el porcentaje de grano entero en los genotipos precoces en la segunda época de siembra lo que podría explicarse por las menores temperaturas y la mayor amplitud térmica a la que estuvieron sometidos en la etapa de llenado, coincidiendo con lo demostrado por JODARI et al. (1996) y SIEBENMORGEN & NEHUS (1998). Las condiciones térmicas para la fase de llenado del grano en los cultivares de ciclo largo no permitieron un normal desarrollo en la segunda época disminuyendo los valores de grano entero y total.

## Conclusiones

Siembras de fines de Noviembre en esta localidad reducen significativamente los rendimientos.

Aunque se observó interacción, la ocurrencia de bajas temperaturas afectó sobre todo al número de granos por panoja y al porcentaje de granos vanos.

Los parámetros de calidad evaluados presentaron interacción época x cultivar aunque bajo

**Tabla 5.** Materia seca, biomasa (g/m<sup>2</sup>) e índice de cosecha para los cultivares en las dos épocas de siembra en La Plata

Cultivares	Materia seca		Biomasa		IC	
	1ª época*	2ª época	1ª época	2ª época	1ª época	2ª época
Y	920 a	620,5 a	1741,2	1230,8	0,47 a	0,49 a
Te	954,4 a	813,8 a	1377,4	1237,2	0,45 a	0,34 b
TF	1252,8 a	1370,5 a	1929,7	1847,6	0,35 a	0,25 b
SM	1218,9 a	1449,4 b	1923,5	1940,7	0,36 a	0,22 b
H239	1901,6 a	2365,0 b	2394,6	2491,1	0,21 a	0,05 b
H297	743,3 a	1076,6 a	1486,6	1299,3	0,50 a	0,17 b

\*1ª época: 30/10 e 2ª época: 28/11.

Letras distintas entre épocas indican diferencias significativas (Tukey  $p>0,05$ ).

**Tabla 6.** Grano entero y total, % de amilosa y temperatura de gelatinización (dispersión alcalina) según épocas por cultivar en La Plata..

Cultivares	Grano entero		Grano Total		amilosa		T.G	
	1ª época	2ª época	1ª época	2ª época	1ª época	2ª época	1ª época	2ª época
Y	59,2 a	60,2 b	66,1 a	68,7 b	24,2 a	24,7 b	4,9 a	6,6 b
Te	59,5 a	69,0 b	67,5 a	71,3 b	24,4 a	25,4 b	5,5 a	5,7 a
TF	62,4 a	62,3 a	65,7 a	67,3 b	20,2 a	24,9 b	5,5 a	6,1 b
SM	69,1 a	67,0 b	71,1 a	68,8 b	24,5 a	23,9 a	4,9 a	5,5 b
H239	59,8 a	54,3 b	66,3 a	61,0 b	21,7 a	21,2 a	6,1 a	6,2 a
H297	65,8 a	65,1 a	68,5 a	68,1 b	21,1 a	25,2 b	6,0 a	5,7 a

\*1ª época: 30/10 e 2ª época: 28/11.

Letras distintas entre épocas indican diferencias significativas (Tukey  $p > 0,05$ )

condiciones normales para la fase de madurez se incrementó el contenido de amilosa y el rendimiento industrial, disminuyó la temperatura de gelatinización.

Los genotipos de ciclo intermedio y largo no resultan adecuados para siembras de fines de Noviembre en esta zona.

#### Referencias bibliográficas

- ASBORNO, M., BEZUS, R., VIDAL, A. Utilización de los grados día para caracterizar el comportamiento fenológico de genotipos de arroz en zonas térmicas marginales. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGÍA, 1999, Florianópolis, SC **Anais....**, Florianópolis : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. p. 269-272
- BORRELL, A.K ., GARSIDE, A.L., FUKAI, S. et al. Season and plant type affect the response of rice yield to nitrogen fertilisation in a semiarid tropical environment. **Australian Journal Agricultural Research**, Sciro, v. 49, p. 179-190, 1998.
- GILMORE, E.C., ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 50, p. 611-615, 1958
- GOMEZ, K.A.. Effect of environment on protein and amylose content of rice. In: **Workshop on chemical Aspects of Rice Grain Quality**, Los Baños, Philippines, 1979, **Proceedings**, Los Baños, Philipines : IRRI, 1979. p. 59-68.
- JENNING,P., COFFMANN, W., KAFFMAN, H. **Mejoramiento de arroz**. Cali, Colombia : CIAT, 1979. 237 p.
- JODARI, F., LISCOMBE, D. Grain fissuring and milling yield of rice cultivars as influenced by environmental conditions. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 1496-1502, 1996
- JULIANO, B.O. A simplified assay for milled-rice amylose. **Cereal Science Today**, v. 16, p. 334-338, 1971b.
- LITTLE, R.R., HILDER, G.B., DAWSON, E.H. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 35, p. 111-126, 1958
- MACKENZIE, K. **Rice Science and Technology**. Ed. Board Louisiana : Wayne Marshall, 1994. Cap. 5: Breeding for rice quality. p. 83-111.
- NISHIYAMA, L. Effect of temperature on the vegetative growth of rice plants. In: Symposium on Climate and Rice, 1976. Philippines. **Proceeding...**, Los Baños, Philippines : IRRI, 1976. p. 159-186
- NISHIYAMA, L., HAYASE, H., SATAKE, T. Protecting effect of temperature and depth of irrigation water from sterility caused by cooling treatment at the meiotic stage of rice plant. **Proceedings Crop Science Society Japan**, Tokyo, v. 38, p. 554-555, 1969.
- RUTGER, J., PETERSON, M. Cold tolerance of rice in California. In: International Rice Research Institute, 1979, Los Baños, Philippines, **Report of rice cold tolerance workshop**, Los Baños, Philippines : IRRI, p. 101-104, 1979.
- SASAKY, K., WADA, S. Varietal differences in cold tolerance at different stages of panicle development in rice. **Hokuno**, Tokyo, v. 40, n. 8, p. 7-14, 1973.
- SIEBENMORGEN, T., NEHUS, Z. Milling rice breakage due to environmental conditions. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 75, n. 1, p. 149-152, 1998.
- WILLIAMS, V.R., WU, W.T., TSAI, H.R. et al. Varietal differences in amylose content of rice starch. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 6, p. 47-48, 1958.
- YOSHIDA, S. Effect of temperature on growth of the rice plant in a controlled environment. **Soil science, Plant Nutr**, Tokyo, v. 19, p. 299-310. 1973.