

## EFFECTO DEL MOMENTO DE RETIRO DEL AGUA Y COSECHA EN INIA OLIMAR

G. Cantou<sup>1/</sup>, A. Roel<sup>1/</sup>, F. Molina<sup>1/</sup>, S. Fariña<sup>2/</sup>, S. Platero<sup>2/</sup>

### INTRODUCCIÓN

Entre los factores de manejo que pueden afectar el rendimiento y la calidad molinera del cultivo de arroz, se destaca el momento de retiro de agua y el momento de cosecha.

El momento de retiro del agua, juega un papel muy importante en el consumo de agua, en las condiciones de piso para la cosecha y en la cama de siembra para la instalación de una pastura posterior. Si el retiro es muy temprano se puede ver afectado el rendimiento y la calidad de grano, pero se obtienen buenas condiciones de piso para cosechar y para implantar pasturas. Con retiros tardíos o sin retiro de agua, las condiciones de cosecha se tornan dificultosas, condicionando la implantación de pasturas.

Cosechas realizadas de manera anticipada o tardía, afectan el rendimiento de arroz cáscara y la calidad del mismo. Cuando el arroz es cosechado de manera anticipada, la calidad se ve perjudicada por una elevada ocurrencia de granos verdes, yesados y malformados. Si la cosecha se realiza muy tardíamente, los granos presentarán humedades muy bajas, lo que ocasiona pérdidas por desgrane natural, el acamado de plantas; y en término de calidad industrial se producen mermas en los porcentajes de grano entero. Por otra parte, el cultivo queda más tiempo expuesto a eventos climáticos.

### ANTECEDENTES

En la Estación Experimental del Este se han realizado diferentes trabajos en la década del 80 y 90 referentes a momentos de retiro de agua y momentos de cosecha para distintas variedades, con resultados diferentes dependiendo del año y condiciones del ensayo.

<sup>1/</sup> INIA Treinta y Tres

<sup>2/</sup> Estudiantes Tesis Fac. de Agronomía, UDELAR

Huber, E (1977), estudió el efecto del momento de cosecha y temperatura de secado sobre el rendimiento, calidad industrial y germinación en las variedades Bluebelle, Lebonnet, EEA 404 y Japonés 32, encontrando diferencias muy significativas en calidad de grano debidas al momento de cosecha.

En 1983, Chebataroff y Acosta estudiaron la influencia del drenaje final y el momento de cosecha en el rendimiento, calidad industrial y germinación de arroz en la variedad Bluebelle. Estos autores encontraron el máximo rendimiento en la parcela drenada a los 35 días postfloración y cosechada entre 10 y 20 días después, no encontrándose diferencias en el rendimiento de grano entero.

Por otro lado Blanco, F y Méndez, R (1986), estudiaron el efecto de retiro de agua en la variedad Bluebelle, llegando a que cuando se drenaba la chacra entre 30 y 40 días postfloración, no se veía afectado el rendimiento ni la calidad industrial.

García et al 1997, evaluaron 6 momentos de cosecha (a partir de 30 días postfloración) en cuatro variedades comerciales. Estos autores encontraron una importante incidencia del momento de cosecha sobre el rendimiento de las 4 variedades. Los cultivares El Paso 144 e INIA Caraguatá alcanzaron sus máximos rendimientos en la segunda fecha de cosecha (37 días postfloración). INIA Yermal e INIA Tacuarí lograron su máximo rendimiento entre los 44 y 51 días postfloración.

Roel, A. y Blanco, F llevaron adelante trabajos de retiro de agua y momento de cosecha en los años 1997 y 1998 con tres variedades. En los dos años de ensayos para las tres variedades (INIA Caraguatá, INIA Tacuarí y El Paso 144) no se encontraron diferencias en rendimiento para retiro de agua (Retiros de agua entre 15 y 55 DDF). En la zafra 96 estos autores

encontraron diferencias en rendimiento y calidad industrial en los diferentes momentos de cosecha. Para lo Zafra 97 los resultados fueron similares encontrándose efecto en INIA Caraguatá y EL Paso 144 del momento de cosecha, en rendimiento y calidad (% de entero); para el caso de INIA Tacuarí no se encontró efecto del momento de cosecha en rendimiento pero si en calidad industrial.

A partir de la zafra 2005/06, se ha comenzado a trabajar en el manejo del riego en la variedad INIA Olimar. En el primer año de estudio, se encontraron diferencias en rendimiento para los diferentes momentos de retiro de agua, no así para los momentos de cosecha, lográndose los mejores resultados cuando el drenaje era retrasado o cuando se cosechaba con agua. Estos resultados se debieron, principalmente, al efecto del cascarudo *Eutheola humilis*. En la zafra 2006-07, no se observaron diferencias en rendimiento con los diferentes retiros de agua y momentos de cosecha.

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar el efecto de diferentes momentos de retiro del agua previo a la cosecha y diferentes momentos de cosecha, así como la interacción entre ambos factores sobre el rendimiento y la calidad industrial del grano de arroz en la variedad INIA Olimar.

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos en la zafra 2007/08.

**MATERIALES Y METODOS**

Localización: Unidad Experimental Paso de la Laguna – INIA Treinta y Tres

Cuadro 1: Análisis de suelo:

pH (H2O)	M.O. %	P. Cítrico µg P/g	K meq/100g
6.1	2.84	4.4	0.22

Fecha de Siembra: 21 de octubre de 2007. Se sembró la variedad INIA Olimar, a razón de 160 kg/ha de semilla y con una fertilización basal de 140 kg/ha de 18-46-0.

Emergencia: 2 de noviembre de 2007.

Inundación: 30 de noviembre de 2007.

Fertilización nitrogenada: a macollaje, previo a la inundación (30 de noviembre, 2007) y en primordio (4 de enero, 2008), con 50 y 60 kg/ha de urea, respectivamente.

Herbicida: el 14 de noviembre se realizó una aplicación de herbicida con 1,4 l/ha de Facet + 3,0 l/ha de Propanil + 0,8 l/ha de Command + 200 gr/ha de Cyperex.

Diseño experimental: parcelas divididas en bloques al azar, con cuatro repeticiones. A la parcela grande, de 66 m<sup>2</sup> (10 x 6,6), se le asignó el factor retiro de agua. Esta fue dividida en cuatro y cada subparcela representó un momento de cosecha.

**Tratamientos de retiro de agua:**

**Tratamiento 1:** Retiro del agua a 50% de floración (0 DDF).

**Tratamiento 2:** Retiro del agua a los 15 días después de 50% de floración (DDF).

**Tratamiento 3:** Retiro del agua a los 30 días después de 50% de floración.

**Tratamiento 4:** Retiro del agua a los 45 días después de 50% de floración.

**Tratamiento 5:** Sin retiro del agua hasta cosecha (SR).

**Tratamientos de momento de cosecha:**

**Tratamiento 1:** Cosecha 30 días después del 50% de floración.

**Tratamiento 2:** Cosecha 45 días después del 50% de floración.

**Tratamiento 3:** Cosecha 60 días después del 50% de floración.

**Tratamiento 4:** Cosecha 75 días después del 50% de floración.

Respecto a los momentos de los eventos fenológicos:

Primordio: 4 de enero de 2008.

Floración: 1° de febrero de 2008.

A continuación se presentan las fechas en que se realizaron los distintos tratamientos (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2. Fecha de los tratamientos de retiro de agua

Momento de retiro de agua(DDF)	Fecha
0	01-Feb
15	15-Feb
30	03-Mar
45	17-Mar
SR	-----

DDF: días después del 50% de floración

Cuadro 3. Fecha de los tratamientos de momento de cosecha

Momento de cosecha (DDF)	Fecha
30	03-Mar
45	17-Mar
60	01-Abr
75	16-Abr

DDF: días después del 50% de floración

### Determinaciones y registro

Con el propósito de cuantificar el efecto de la lámina de agua sobre el ambiente de los diferentes tratamientos, se instalaron sensores HOBO a partir del primer momento de drenaje. De esta manera se pudo determinar la evolución de la humedad relativa, punto de rocío y temperatura. Éstos fueron ubicados a la altura de la panoja y registraron información cada una hora. Paralelamente, de manera de caracterizar la oferta de agua del suelo, se realizó un seguimiento periódico del contenido volumétrico de agua en el suelo mediante el método de sonda de neutrones. En dos de los cuatro bloques, se instaló un tubo de acceso de aluminio en las parcelas correspondientes a los tratamientos de drenaje 0 DDF, 30 DDF y SR, para realizar las lecturas de contenido de agua del suelo. Para ello se consideraron cuatro profundidades de suelo (0-15, 15-30, 30-45 y 45-60 cm).

A la cosecha se determinó rendimiento, sus componentes y materia seca. Se midió la humedad en chacra y luego en laboratorio, con el medidor de humedad Steinlite. Por último se realizaron las mediciones de calidad industrial del grano (porcentaje de blanco total, entero, yesado y manchado).

Los resultados fueron evaluados usando modelos mixtos (*PROC MIXED*, SAS) (Littell *et al.*, 1996). En el modelo

estadístico, los tratamientos y sus interacciones fueron considerados como efectos fijos y los bloques y sus interacciones, como efectos aleatorios. Fue establecido, a priori, un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento y sus componentes

El rendimiento promedio del ensayo fue de 9617 kg/ha, lo que refleja las buenas condiciones climáticas de la zafra. En el cuadro 5 se presenta el rendimiento obtenido y sus componentes, por tratamiento de retiro de agua y momento de cosecha.

El tratamiento de retiro de agua afectó significativamente el rendimiento, los granos totales por panoja, el peso de mil granos y el porcentaje de esterilidad. El rendimiento del tratamiento de drenaje más temprano (0 DDF) fue significativamente menor a todos los otros tratamientos. Como se puede observar en el cuadro 4, este bajo rendimiento puede estar explicado por el alto porcentaje de esterilidad presente en este tratamiento y por un menor peso de los granos, debido a que el proceso de llenado de grano fue seriamente afectado, producto de las condiciones de deficiencia hídrica causadas por el tratamiento. A partir del retiro realizado 15 DDF, el rendimiento no fue afectado, lográndose niveles productivos superiores a 9700 kg/ha, independientemente del manejo del agua.

Estos resultados concuerdan con Molina, F. *et al.* (2007), en un ensayo llevado a cabo con esta misma variedad y con los obtenidos por Roel, A. (1997) y Roel, A. y Blanco, F (1998), quienes estudiaron el comportamiento de varios materiales, entre ellos El Paso 144 (del tipo *indica*, al igual que INIA Olimar). Estos autores trabajaron con retiros de agua a partir de los 15 DDF y encontraron que el rendimiento no se vio afectado por el tratamiento de drenaje.

Por último, cabe destacar que las diferencias significativas que se observan en granos totales por panoja no pueden ser atribuidas al efecto de los tratamientos, ya que este componente es definido previo a la etapa de floración.

**Cuadro 4. Rendimiento y sus componentes según momento de retiro y de cosecha**

Retiro de agua (DDF)	Rend. kg/ha	Humedad (%)	Verde (%)	Panojas /m <sup>2</sup>	N° granos tot./pan.	Esterilid. %	Peso de 1000 granos (gr)
<b>0</b>	8816 b	17.8 c	5.1	651	94 a	17.0 a	27.3 b
<b>15</b>	9734 a	18.1 c	5.3	676	86 b	15.6 ab	27.9 a
<b>30</b>	9741 a	18.4 b	5.7	669	93 a	14.5 b	28.2 a
<b>45</b>	10060 a	19.1 a	6.7	677	92 a	16.7 a	28.1 a
<b>SR</b>	9734 a	19.5 a	5.5	677	87 b	14.5 b	28.1 a
<b>P.(Retiro)</b>	0.05	0.00	ns	ns	0.00	0.03	0.00
<b>M. de cosecha (DDF)</b>							
<b>30</b>	9640 b	23.8 a	17.7 a	692 ab	89	18.8 a	27.7 b
<b>45</b>	10352 a	17.9 c	4.5 b	724 a	90	15.0 bc	28.1 a
<b>60</b>	9560 b	18.3 b	0.3 c	649 bc	90	13.8 c	28.0 ab
<b>75</b>	8916 c	14.3 d	0.0 c	617 c	92	15.2 b	27.9 b
<b>P.(MC)</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	ns	0.00	0.01
<b>P.(Retiro*MC)</b>	ns	0.00	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Media</b>	9617	19	6	670	90	15.7	27.9
<b>Coef. Var.</b>	10.3	18.9	131.3	13.1	9.0	19.0	1.7

P.: Probabilidad; DDF: Días después del 50% de floración; ns: no significativo; P.(Retiro\*MC): interacción entre tratamiento de retiro de agua y momento de cosecha. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05.

Por otro lado, el momento de cosecha también afectó al rendimiento y a la mayoría de los parámetros analizados. A diferencia de los resultados obtenidos en las dos zafas anteriores, para este ensayo en particular, el momento óptimo de cosecha desde el punto de vista del rendimiento fue obtenido a los 45 DDF. Momentos de cosecha anteriores o posteriores resultaron en rendimientos estadísticamente inferiores. Roel, A. (1997) y Roel, A. y Blanco, F (1998), encontraron que los mayores rendimientos de grano para El Paso 144 se lograron con el momento de cosecha realizado a los 55 DDF. Estos autores afirman que, en general, las diferencias entre los momentos de cosecha están asociadas a pérdidas por temporales o precipitaciones y vientos intensos cuando el cultivo se encuentra en etapa de senescencia avanzada.

El número de panojas por m<sup>2</sup> fue significativamente inferior únicamente en el momento de cosecha realizado a los 75 DDF. El peso de 1000 granos siguió la misma tendencia que el rendimiento de grano, presentando sus mayores valores en

el momento de cosecha de 45 DDF. El porcentaje de esterilidad presentó una tendencia a disminuir con el retraso de la cosecha. En la cosecha más temprana (30 DDF), el grano no terminó de completar su llenado resultando en altos valores de granos vacíos o chusos y significativamente superiores a los otros tratamientos.

Los granos totales por panoja, sin embargo, no se vieron afectados significativamente por los momentos de cosecha, presentando un valor promedio de 90 granos por panoja.

Respecto al porcentaje de humedad en grano, este aumenta al retrasar los retiros de agua, obteniendo el valor más alto en el caso del tratamiento SR. A su vez, la humedad disminuye en los momentos de cosecha más tardíos, presentando un valor significativamente más alto en la primera cosecha (30 DDF). Se destaca el hecho de que, al igual que en la zafra 2006/07, el porcentaje de humedad es la única variable que presentó interacción, al 5 %, entre retiro de agua y momento de cosecha.

En la figura 1 se puede observar que con el tratamiento de retiro más tardío (45 DDF) y SR, la disminución de la humedad es más lenta a medida que la cosecha se atrasa. Se debe considerar que el aumento en humedad que se da en la cosecha 60 DDF,

es producto de las condiciones de alta humedad relativa presentes en el día de la cosecha, verificada con los datos de humedad relativa de los sensores HOBO (HR=100%).

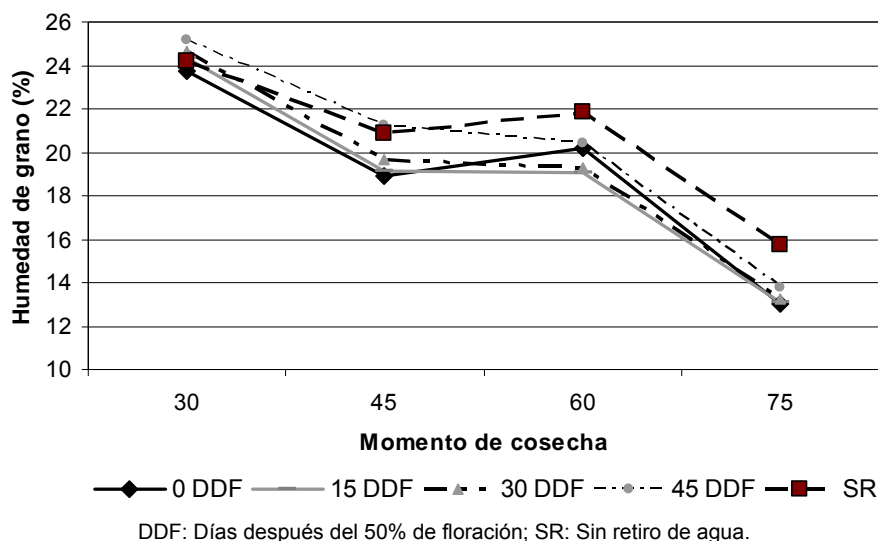


Figura 1. Humedad del grano para los tratamientos de retiro de agua (0, 15, 30, 45 DDF y SR), según momento de cosecha.

### Materia seca e Índice de cosecha

Los tratamientos de manejo de agua no afectaron la producción de materia seca a cosecha, ni el índice de cosecha (cuadro 5). En cambio, el momento de cosecha tuvo efectos significativos sobre la cantidad de materia seca acumulada, siendo el tratamiento de cosecha 45 DDF, el que obtuvo una mayor producción, al igual que lo ocurrido en la zafra pasada. Esta mayor acumulación no fue suficiente para hacer significativa la diferencia entre los tratamientos en el índice de cosecha (materia seca del grano / materia seca de planta + grano), dado que en este momento (45 DDF) también se obtuvo el mayor rendimiento en grano.

Cuadro 5. Materia seca e índice de cosecha.

Retiro de agua (DDF)	Materia seca (kg/ha)	Índice de cosecha
0	19816	0.45
15	20388	0.49
30	19635	0.50
45	21968	0.47
SR	21464	0.46
<b>P.(Retiro)</b>		ns
<b>M. de cosecha (DDF)</b>		
30	19970	b 0.49
45	22465	a 0.47
60	19998	b 0.48
75	20184	b 0.45
<b>P.(MC)</b>		0.01
<b>P.(Retiro*MC)</b>		ns
<b>Media</b>	20654	0.47
<b>Coef. Var.</b>	15.9	13.4

P.: Probabilidad; DDF: Días después del 50% de floración; ns: no significativo; P.(Retiro\*MC): interacción entre tratamiento de retiro de agua y momento de cosecha. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para  $P < 0.05$ .

**Calidad industrial**

Se evaluó calidad industrial de grano para los cinco tratamientos de retiro y los cuatro momentos de cosecha. En el cuadro 6 se presentan los parámetros de calidad de grano y la significancia encontrada.

Los tratamientos de retiros de agua afectaron los parámetros de entero y quebrado. Con drenajes previos a los 45 DDF, el cultivo se vio afectado en el porcentaje de entero, obteniendo valores que se encuentran por debajo de la base de comercialización (58%).

Cuadro 6. Calidad industrial según momento de retiro de agua y de cosecha.

Retiro de agua (DDF)	Blanco Total (%)	Entero (%)	Quebrado (%)	Yesado (%)	Manchado (%)			
<b>0</b>	68.4	54.5	b	13.9	a	4.7	0.5	
<b>15</b>	67.8	55.3	b	12.6	a	3.9	0.5	
<b>30</b>	68.1	55.5	b	12.5	a	3.8	0.6	
<b>45</b>	68.8	58.9	a	9.9	b	3.5	0.6	
<b>SR</b>	68.4	60.6	a	7.8	c	3.6	0.6	
<b>P.(Retiro)</b>	ns	0.00	0.00	ns	ns			
<b>M. de cosecha (DDF)</b>								
<b>30</b>	69.0	a	58.6	b	10.4	b	4.0	0.6
<b>45</b>	68.1	ab	62.3	a	5.8	c	3.8	0.5
<b>60</b>	68.6	a	57.2	b	11.4	b	4.1	0.5
<b>75</b>	67.5	b	49.7	c	17.8	a	3.7	0.6
<b>P.(MC)</b>	0.04	0.00	0.00	0.00	ns	ns	ns	
<b>P.(Retiro*MC)</b>	ns	0.00	0.00	0.00	ns	ns	ns	
<b>Media</b>	68.3	57.0	11.3	3.9	0.5			
<b>Coef. Var.</b>	2.5	10.6	49.0	37.5	46.7			

P.: Probabilidad; DDF: Días después del 50% de floración; ns: no significativo; P.(Retiro\*MC): interacción entre tratamiento de retiro de agua y momento de cosecha. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05.

Los diferentes momentos de cosecha afectaron significativamente los porcentajes de blanco total, entero y quebrado.

Como se puede ver, el porcentaje de blanco total no superó en ningún tratamiento, el nivel exigido por la industria (70%). Sin embargo, INIA Olimar no se caracteriza por tener valores altos de blanco total lo cual concuerda con los resultados encontrados.

Por otro lado, las distintas cosechas afectaron el porcentaje de granos enteros. En la cosecha realizada a los 45 DDF, se obtuvo el mejor resultado, disminuyendo en cosechas más tempranas o tardías a esta. Estos datos concuerdan con los encontrados por Segovia, M. (2007), que

trabajo con la misma variedad. Previo a los 45 DDF, el descenso puede ser producto de los altos porcentajes de granos verdes cosechados, ya que éstos son más susceptibles al quebrado (dado que no han culminado el proceso de llenado). Para cosechas posteriores a los 45 DDF, la disminución del porcentaje de entero posiblemente este explicada por las condiciones climáticas existentes entre las cosechas, considerando que esta variable es dependiente del efecto de las lluvias, la humedad y la amplitud térmicas (Desikachar, H.S. y Subrahmanyam, V., 1971; Marzhall, W. y Wadsworth, J., 1993). Según Have, citado por Acosta (1988), los granos son susceptibles a quebrarse o agrietarse cuando la cosecha se desarrolla con un contenido de humedad menor a

18%. Esto puede explicar el bajo porcentaje de grano entero encontrado en la cosecha 75 DDF, según los datos de humedad ya presentados en el cuadro 4.

Cabe destacar que se encontró interacción entre el tratamiento de drenaje y el

momento de cosecha para los parámetros de entero y quebrado. En la figura 2 se presenta el comportamiento de los tratamientos de retiro de agua en los distintos momentos de cosecha.

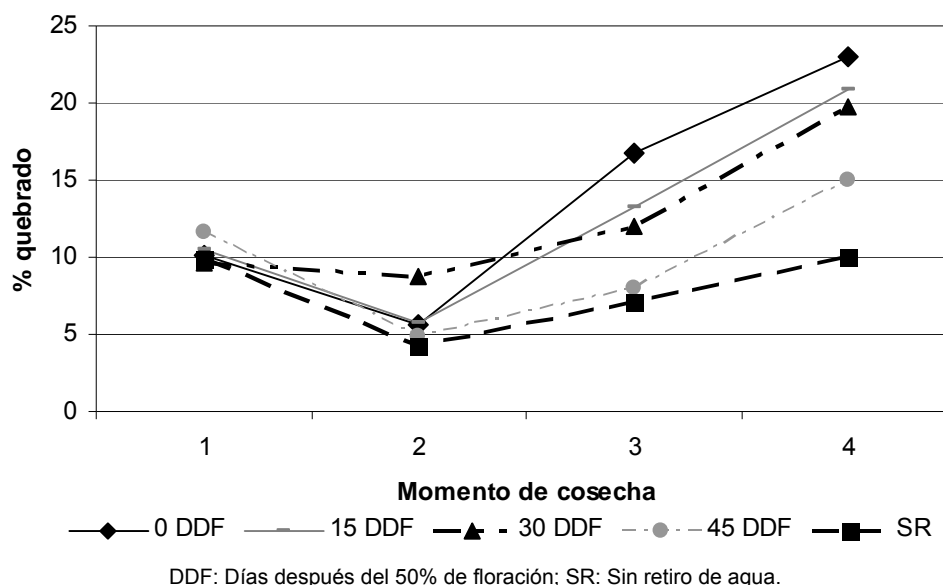


Figura 2. Porcentaje de quebrado para los tratamientos de retiro de agua (0, 15, 30, 45 DDF y SR), según momento de cosecha.

Si se comparan los tratamientos por momento de cosecha representados en la figura 2, se puede ver que el quebrado disminuyó a medida que el retiro de agua se atrasó, pero esto fue aún más claro en los dos últimos momentos de cosecha. De todas maneras, es importante puntualizar que el efecto de mayor magnitud sobre el quebrado se debió a los momentos de cosecha, aumentando en forma significativa en los dos últimos momentos de cosecha. Estos resultados coinciden con los encontrados por Roel, A. (1997) trabajando con la variedad INIA Caraguatá.

### Caracterización microclimática

Las determinaciones fueron efectuadas con el propósito de cuantificar si existe efecto de la presencia o ausencia de lámina de agua sobre la temperatura y humedad relativa dentro del cultivo.

Los sensores de temperatura y humedad fueron colocados al inicio del tratamiento de retiro de agua (50 % floración) y registraron información cada una hora, hasta la última cosecha (75 DDF). En el cuadro 7 se presenta la información resumida para los tratamientos de retiro de agua 0 DDF, 30 DDF y SR.

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos 0 DDF, 30 DDF y SR en el promedio de la temperatura atmosférica media, máxima y mínima, a nivel de panoja. Período de 1 feb.-16 de abril

Trat.	Media Temp. (C°)	Máx.	Mínima	Amplitud Temp. (C°)	Desvío Temp.	N° de horas	
		Temp. (C°)	Temp. (C°)			< 15 °C	> 28 °C
0	22,6	31,2	14,1	17,1	7,0	326	301
30	22,7	31,0	14,4	16,6	6,8	336	272
SR	22,5	29,9	14,8	15,4	6,3	315	233

Existió una tendencia a que las parcelas que permanecieron con agua durante más tiempo, presentaran una amplitud térmica menor. El efecto de la lámina de agua se evidencia en la mayor amplitud térmica del tratamiento de retiro de agua 0 DDF, con temperaturas máximas y mínimas más extremas, así como por el mayor número de horas por debajo de 15 °C y por encima de 28 °C. La literatura cita que amplitudes del entorno de 15 °C o superiores inducen al quebrado de grano (Desikachar, H.S. y Subrahmanyam, V., 1971; Marzhall, W. y Wadsworth, J., 1993). En la presente zafra, las amplitudes térmica fueron mayores que

las registradas en la zafra anterior (2006/07), lo que puede estar explicando, en términos promedios, el mayor porcentaje de granos quebrados obtenidos. Del mismo modo, las diferencias en amplitudes entre los tratamientos pueden haber determinado las diferencias en porcentaje de granos quebrados existentes entre los distintos tratamientos de retiro de agua.

Observando los datos del cuadro 8 se evidencia un mayor impacto de la ausencia de la lámina de agua sobre la temperatura a nivel del suelo que sobre la registrada a nivel de la panoja.

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos en el promedio de la temperatura media, máxima y mínima, a nivel del suelo/agua. Período de 1 febrero-16 de abril

Tratamiento	Media Temp. (C°)	Máx.	Mínima	Amplitud	Desvío
		Temp. (C°)	Temp. (C°)	Temp. (C°)	Temp.
0	22,9	28,8	17,0	11,8	5,1
30	22,0	26,1	18,0	8,1	4,4
SR	22,6	24,7	20,8	4,1	3,1

Respecto a la humedad relativa del ambiente (cuadro 9), se aprecia una leve tendencia a presentar valores medios y mínimas más bajas en los retiros de agua tempranos, así como una mayor amplitud.

Se puede ver que el número de horas por debajo de 81% de humedad relativa es considerablemente mayor en la parcela sin agua respecto a las parcelas en donde se mantuvo el agua hasta la última cosecha.

El otro factor que es altamente determinante de los niveles de quebrado

son las precipitaciones, en el sentido que normalmente una vez que el grano está pronto para su cosecha, lluvias esporádicas pueden provocar el continuo proceso de hidratación y deshidratación del grano finalizando en el quiebre del mismo (Roel, A. y Blanco, F., 1997). Para este año en particular, se esperaría que este factor no haya afectado el porcentaje de quebrado dado que en los meses de marzo y abril, las precipitaciones se mantuvieron muy por debajo de la media histórica (figura 3).

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos en el promedio de la Humedad Relativa media, máxima y mínima en el período de 1 febrero-16 de abril.

Trat.	Media HR. (C°)	Máx.	Mínima	Amplitud	Desvío	N° de horas < 81 HR. (%)	N° de horas > 99 HR. (%)
		HR. (%)	HR. (%)	HR. (%)	HR.		
0	80,5	100	56,0	48,9	20,3	1115	456
30	81,8	100	58,5	46,6	20,2	1125	458
SR	84,8	100	64,4	40,8	17,6	1168	404



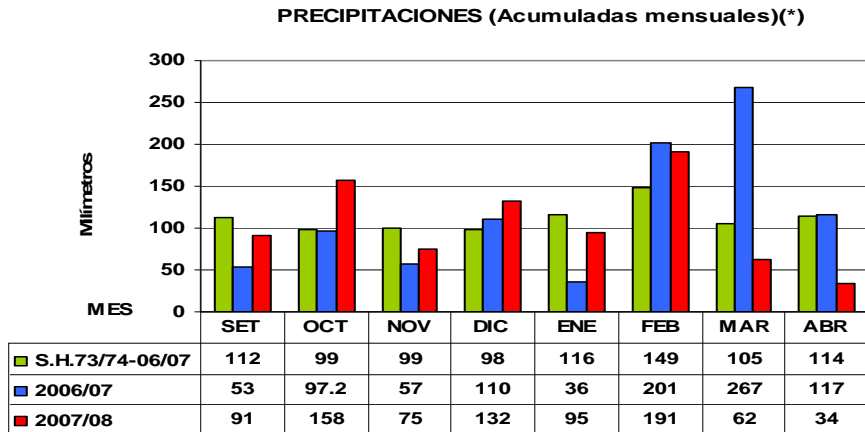


Figura 3. Precipitaciones decádicas para la serie histórica y para las zafas 2006/07 y 2007/08.

**Contenido de agua en el suelo**

Del análisis de la evolución del contenido de agua en el suelo, determinado mediante la sonda de neutrones, se pudo caracterizar

la variación en la oferta de agua del suelo por perfil para cada tratamiento de retiro de agua, desde el 4 de febrero al 16 de abril (figura 4, 5, 6 y7). En la figura 8 se presentan las precipitaciones diarias.

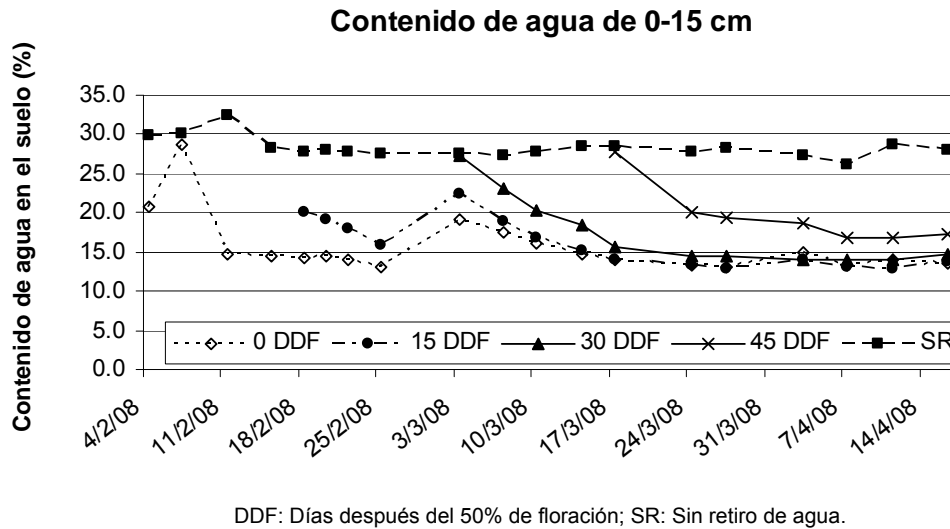


Figura 4. Evolución del contenido de agua gravimétrico (0-15 cm)

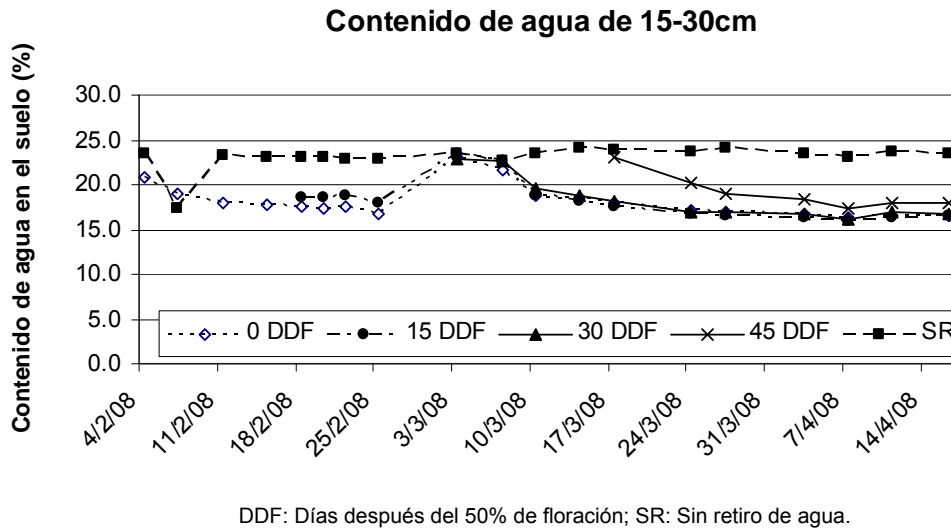


Figura 5. Evolución del contenido de agua gravimétrico (15-30 cm)

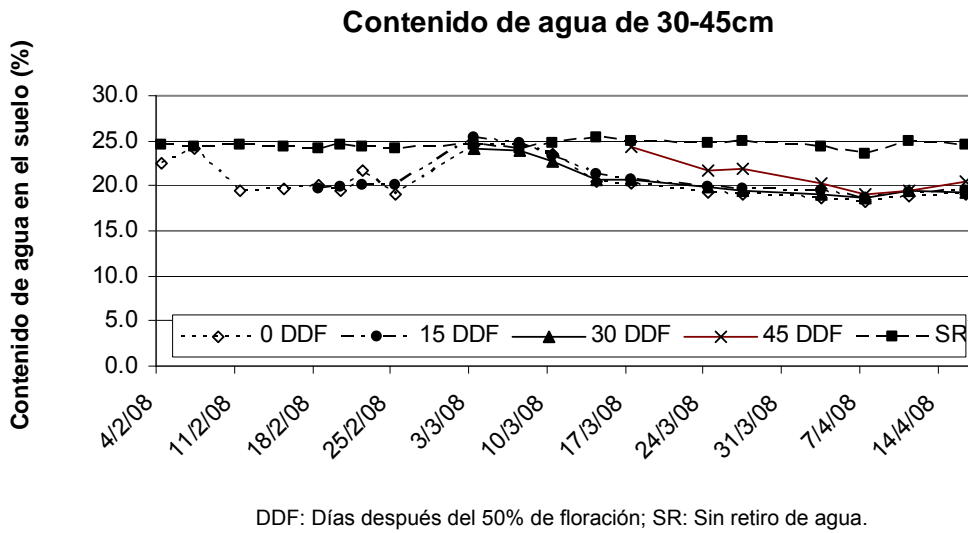


Figura 6. Evolución del contenido de agua gravimétrico (30-45 cm)

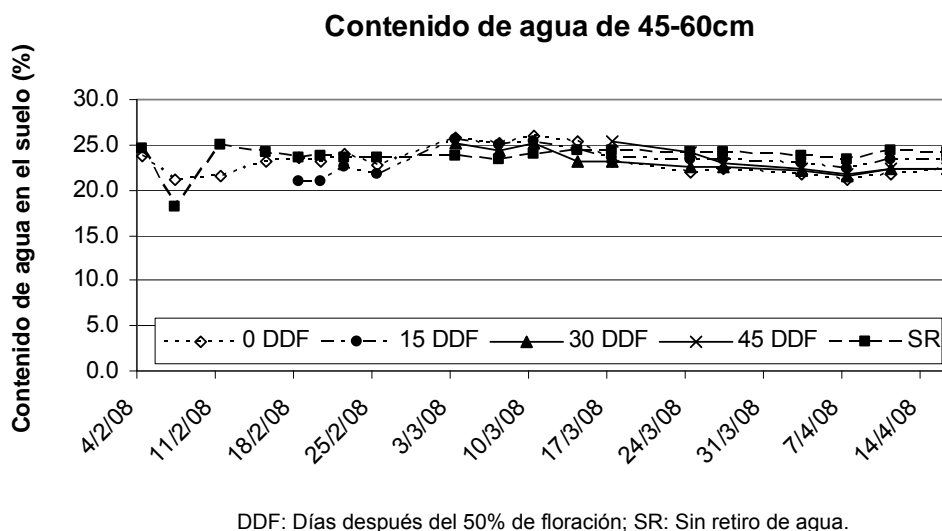


Figura 7. Evolución del contenido de agua gravimétrico (45-60 cm)

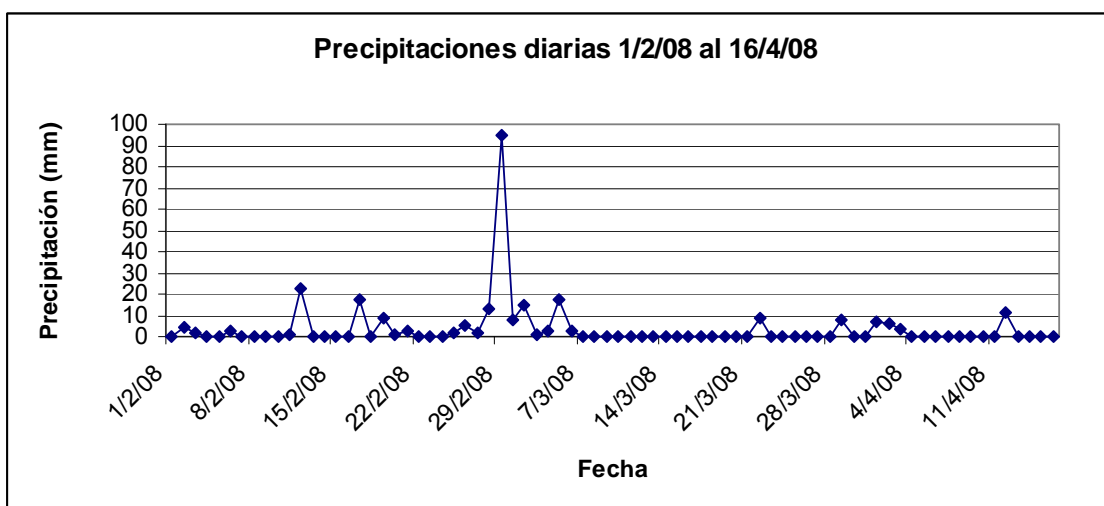


Figura 8. Precipitaciones diarias para el período 1° de febrero - 16 de abril.

Las mayores variaciones en el contenido de agua según los tratamientos se aprecian en los primeros 15 cm del perfil (figura 4). Para las parcelas que se les retiró el agua a los 0 y 15 DDF, en dicho perfil se puede observar una tendencia asociada a las precipitaciones. A mayor profundidad los valores de agua fueron inferiores y se atenuaron las diferencias en contenido de agua entre tratamientos. Si se observan las figuras 4 y 8 se puede apreciar que frente a una precipitación importante como la ocurrida el 29 de febrero, se da un incremento rápido en el contenido de agua del perfil más superficial, en cambio a

mayor profundidad los cambios son más lentos y de menor valor absoluto.

### CONCLUSIONES

El rendimiento se vio significativamente afectado por el tratamiento de retiro de agua y por el momento de cosecha. Cuando el drenaje se realizó al 50% de floración, se obtuvo un rendimiento 10% inferior al resto de los tratamientos, no siendo significativamente diferentes las productividades obtenidas de los drenajes realizados a partir de los 30 días después del 50% de floración. Por otro lado, cuando

la cosecha se efectuó a los 45 días después del 50% de floración, se obtuvo la mayor productividad de 10352 kg/ha.

El retiro de agua y el momento de inundación afectaron significativamente los porcentajes de entero y quebrado. El porcentaje de quebrado aumentó significativamente con el adelanto del retiro de agua y con el retraso de la cosecha.

La presencia o ausencia de lámina de agua afectó la temperatura y la humedad relativa dentro del cultivo. Existió una tendencia a que las parcelas que permanecieron con agua durante más tiempo, presentaran una amplitud térmica menor. Respecto a la humedad relativa del ambiente, se aprecia una leve tendencia a presentar valores medios y mínimos más bajos en los retiros de agua tempranos, así como una mayor amplitud.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, O. G. 1988. Efecto de distintos momentos de drenaje y épocas de cosecha sobre el rendimiento, calidad industrial y germinación del arroz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 224 p.
- BLANCO, F. 1984. Época de drenaje del cultivo de arroz. Resultados de la experimentación regional en cultivos arroz-soja. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". pp. 117-120.
- \_\_\_\_\_.; MÉNDEZ, R. 1986. Época de drenaje y cosecha del cultivo de arroz (Oriza sativa L.). Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". Investigaciones Agronómicas N° 7. pp. 66-72.
- LAVECCHIA, A.; ROEL, A.; MÉNDEZ, J. H. 1997. Arroz, resultados experimentales 1996-1997; momento de cosecha; retiros de agua y momentos de cosecha. INIA Tacuarembó. Serie de Actividades de Difusión N° 143. pp. 1-22.
- LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; W.W STROUP Y WOLFINGER R.D. 1996. SAS system for mixed models. SAS Institute, Cary, NC, 633pp.
- MOLINA, F.; ROEL, A.; AVILA, S.; CASALES, L.. 2007. Arroz, resultados experimentales 2006-2007; Riego. Efecto del momento de la inundación en INIA Olimar. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 502. Cap. 2. pp. 1-10.
- \_\_\_\_\_.; ROEL, A.; MÉNDEZ, J. H. 1999. Arroz, resultados experimentales 1998-1999; momento de cosecha; momentos de retiros de agua y cosechas. INIA Tacuarembó. Serie de Actividades de Difusión N° 199. pp. 1-28.
- ROEL, A.; BLANCO, F. 1997. Arroz, resultados experimentales 1996-1997; riego; retiros de agua y momentos de cosecha en tres cultivares de arroz INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 135. pp. 1-16.
- \_\_\_\_\_. 1998. Arroz, resultados experimentales 1997-1998; riego; retiros de agua y momentos de cosecha en tres cultivares de arroz. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 166. pp. 1-32.
- \_\_\_\_\_. 1999. Arroz, resultados experimentales 1998-1999; riego; retiros de agua y momentos de cosecha en tres cultivares de arroz. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 194. pp. 28-36.
- SEGOVIA, M. 2007. Efecto de momentos de retiros de agua y de cosecha en la variedad INIA Olimar. Tesis de Grado. 99 pp