

EFFECTO DEL MOMENTO DE RETIRO DEL AGUA Y COSECHA EN LAS VARIETADES PARAO Y EL PASO 144

M.C. Capurro^{1/}, A. Roel^{1/}, S. Martínez^{1/}, M. Martínez^{2/}, E. Da Fonseca^{2/}

INTRODUCCIÓN

Existen factores de manejo que pueden afectar el rendimiento y la calidad molinera del cultivo de arroz, dentro de estos 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 además 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 términos 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.

En 1983, Chebataroff estudio la influencia del momento de cosecha en el rendimiento, calidad industrial de arroz en la variedad Bluebelle. Encontró que el máximo rendimiento de arroz cáscara en parcelas cosechadas entre 45 y 55 días después del 50% de floración, no encontrándose diferencias entre ambas fechas en el rendimiento de grano entero. Cosechas posteriores llevan a una disminución en rendimiento y calidad.

Por otro lado Blanco, F y Méndez, R (1986), estudiaron el efecto de retiro de agua y momento de cosecha en la variedad Bluebelle. Estos autores encontraron que, evaluando rendimiento y calidad industrial, la mejor época de drenaje fue a los 30 días postfloración y cosecha 20 días después.

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 Yerbál 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 ni en calidad para retiro de agua (Retiros de agua entre 35 y 55 DDF estudiados en 1997 y entre 15 y 55 en 1998). A excepción de la variedad INIA Caraguatá, la cual presentó diferencias para entero y quebrado en el 97. En ambas zafras estos autores encontraron diferencias en rendimiento y calidad industrial en los diferentes momentos de cosecha. Se encontró efecto del momento de cosecha en INIA Tacuarí, Caraguatá y El Paso 144 en rendimiento y calidad (% de blanco, entero y quebrado). Para el caso de El Paso 144 en la zafra 97 y Tacuarí en la zafra 98, no se encontró efecto del momento de cosecha en rendimiento pero si en calidad industrial.

Lavecchia, A., et al., en 1999, trabajaron con momentos de retiro de agua y cosecha para 3 variedades, INIA Tacuarí, Caraguatá y El Paso 144. Encontraron que para El paso 144, los momentos de cosecha y los retiros de agua afectaron el entero y blanco total. En cuanto al rendimiento, este se vio afectado únicamente por los tratamientos de momentos de cosecha.

En la zafra 1999 Roel, A. llevo a cabo un ensayo de tratamientos de retiro de agua y cosecha con las variedades INIA Tacuarí, Caraguatá y El Paso 144. Encontrando que, para esta última, el rendimiento y la calidad de grano no se vieron afectados por los tratamientos de retiro de agua. Los tratamientos de momentos de cosecha afectaron al % de blanco y al rendimiento.

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. En cuanto a calidad, se encontraron diferencias únicamente en yesado, manchado y verde para los distintos momentos de cosecha.

^{1/} INIA Treinta y Tres

^{2/} Estudiantes Tesis Fac. de Agronomía, UDELAR

En el 2007/2008 Roel y Cantou estudiaron 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. Se encontró que cuando el drenaje se realizó al 50% de floración, se obtuvo un rendimiento 10% inferior al resto de los tratamientos, no siendo significativamente diferente 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 en kg/ha. Se observó además que el retiro de agua y el momento de inundación afectaron significativamente los porcentajes de entero y quebrado.

A continuación se presentan los principales resultados de un trabajo similar al mencionado, obtenidos en la zafra 2011/2012 para las variedades Parao y El Paso 144.

MATERIALES Y MÉTODOS

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

Cuadro 1: Análisis de suelo:

pH	M.O. (%)	P ac. Cítrico (ppm P)	K interc. (meq. K/100mg)
5,5	2,28	4	0,19

Fecha de Siembra: 20 de octubre de 2011. Se sembraron las variedades Parao (L 5502) y El Paso 144, a razón de 159 kg/ha y 146 kg/ha de semilla respectivamente, con una fertilización basal de 184 kg/ha de 9-40-13.

Emergencia: 12 de noviembre de 2011.

Inundación: 12 de diciembre de 2011.

Fertilización nitrogenada: a macollaje, previo a la inundación (12 de diciembre, 2011) y en primordio (9 de enero, 2012), con 60 kg/ha de urea en ambos momentos.

Herbicida: el 19 de Octubre se aplicó 3.3 l/ha de Glifosato pre-siembra y el 30 de Octubre 0.8 l/ha de Clomazone. Más adelante, el 15 de noviembre se realizó una aplicación de herbicida con 1,3 l/ha de Quinclorac + 50 gr/ha de Cyperof.

Diseño experimental: parcelas divididas en bloques al azar, con tres repeticiones, para cada variedad. A la parcela grande, de 66 m² (10 x 6,6), se le asignó el factor retiro de agua. Esta fue dividida en cuatro subparcelas y cada una de ellas 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 (15 DDF).

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

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

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

Tratamientos de momento de cosecha:

Tratamiento 1: Cosecha 30 días después del 50% de floración (30 DDF).

Tratamiento 2: Cosecha 45 días después del 50% de floración (45 DDF).

Tratamiento 3: Cosecha 60 días después del 50% de floración (60 DDF).

Tratamiento 4: Cosecha 75 días después del 50% de floración (75 DDF).

Eventos fenológicos:

Primordio: 9 de enero de 2012.

Floración: 10 de febrero para Parao y 19 de febrero para El Paso 144.

A continuación se presentan las fechas en que se realizaron los distintos tratamientos para cada variedad (Cuadros 2, 3, 4 y 5).

Cuadro 2. Fecha de los tratamientos de retiro de agua para la variedad Parao

Momento de retiro de agua (DDF)	Fecha
0	10-Feb
15	24-Feb
30	12-Mar
45	26-Mar
SR	-----

DDF: días después del 50% de floración

Cuadro 3. Fecha de los tratamientos de retiro de agua para la variedad El Paso 144

Momento de retiro de agua(DDF)	Fecha
0	20-Feb
15	5-Mar
30	19-Mar
45	3-Abr
SR	-----

DDF: días después del 50% de floración

Cuadro 4. Fecha de los tratamientos de momento de cosecha para la variedad Parao

Momento de cosecha (DDF)	Fecha
30	12-Mar
45	26-Mar
60	12-Abr
75	25-Abr

DDF: días después del 50% de floración

Cuadro 5. Fecha de los tratamientos de momento de cosecha para la variedad El Paso 144

Momento de cosecha (DDF)	Fecha
30	19-Mar
45	4-Abr
60	18-Abr
75	3-May

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. 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 gravimétrico. Se realizaron determinaciones para cada variedad, en las parcelas correspondientes a los tratamientos de drenaje 0 DDF, 30 DDF y 45 DDF. Para ello se consideraron tres profundidades de suelo (0-10, 10-20 y 20-30 cm).

A la cosecha se determinó rendimiento, sus componentes y materia seca. Se midió la humedad de grano 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). 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 para Parao y para El Paso 144 fue de 9783 kg/ha y 9244 kg/ha respectivamente, lo que refleja las buenas condiciones climáticas de la zafra.

En los cuadros 6 y 7 se presentan los rendimientos obtenidos y sus componentes, por tratamiento de retiro de agua y momento de cosecha, según las variedades.

Se puede observar que la mayoría de los parámetros no se vieron afectados por los tratamientos de retiro de agua. Sin embargo, en la variedad El Paso 144 se encontraron diferencias significativas en cuanto al rendimiento. Este parámetro, en el tratamiento de drenaje más temprano (0 DDF) fue significativamente menor al resto de los tratamientos. Esto es debido a que el proceso de llenado de grano fue seriamente afectado por las condiciones de deficiencia hídrica causadas por el tratamiento. En esta variedad, a partir del retiro realizado 15 DDF el rendimiento no fue afectado, lográndose niveles productivos superiores a 9200 kg/ha, independientemente del manejo del agua.

Estos resultados concuerdan con Cantou, G. y Roel, A. (2008), Molina, F. et al. (2007), en ensayos llevados a cabo con la variedad Olimar y con los obtenidos por Roel, A. (1997) y Roel, A. y Blanco, F. (1998), Lavecchia et al. 1999, quienes estudiaron el comportamiento de varios materiales, entre ellos El Paso 144. 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 otro lado, el momento de cosecha afectó al rendimiento en ambas variedades y a la mayoría de los parámetros analizados. En la figura 1 se presenta la evolución del rendimiento según el momento de cosecha para ambas variedades.

Se puede observar que, en esta zafra, el momento de cosecha para obtener el máximo rendimiento fue diferente para cada variedad; a los 60 DDF (días después del 50% de floración) en la variedad Parao y a los 45 DDF en El Paso 144. Como se muestra en los cuadros 6 y 7, momentos de cosecha anteriores o posteriores resultaron en rendimientos estadísticamente inferiores.

Roel, A. (1999), Lavecchia et al. (1997) y Roel, A. y Blanco, F. (1997), encontraron que los mayores rendimientos de grano para El Paso 144 se lograron con el momento de cosecha realizado entre los 45 y 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.

En la figura 1 se puede observar también una drástica caída del rendimiento a partir de los 45 DDF para El Paso 144. Por otro lado, se evidencia que en la variedad Parao los rendimientos posteriores al momento óptimo de cosecha observado en esta zafra, no disminuyen con la misma intensidad que en El Paso 144.

Es de destacar que a pesar de que los momentos óptimos de cosecha para ambas variedades fueran a los 60 y 45 DDF (diferencia de 15 días entre ambos momentos de cosecha), cronológicamente se traduce en 8 días entre la cosecha de El Paso 144 y de Parao. Esto se debe a que la variedad Parao floreció antes. Siendo, el 12 de abril la cosecha en Parao y el 4 de abril la cosecha de El Paso 144.

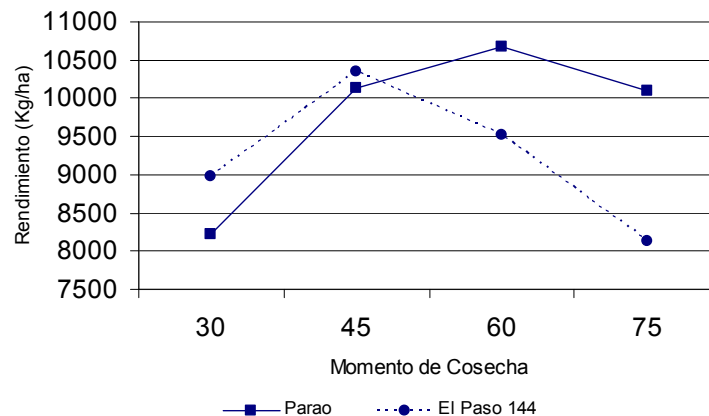


Figura 1. Rendimiento según los momentos de cosecha (30, 45, 60, 75 días después del 50% de floración) para las variedades Parao y El Paso 144

Cuadro 6. Rendimiento y sus componentes según momento de retiro y de cosecha, para la variedad Parao

Retiro de agua (DDF)	Rend. kg/ha	Humedad (%)	Verde (%)	Panojas /m ²	N° granos tot./pan.	Esterilid. %	Peso de 1000 granos (gr)
0	9293	23.2	9.4	572	129	21.3 a	25.7
15	9762	23.0	12.5	525	134	18.4 a	25.6
30	9822	24.2	13.6	574	132	16.9 ab	25.7
45	9826	24.7	13.4	601	129	16.9 ab	25.5
SR	10543	24.7	11.8	575	111	11.9 b	25.8
P.(Retiro)	ns	ns	ns	ns	ns	0.04	ns
M. de cosecha (DDF)							
30	8247 c	29.7 a	27.1 a	525	116 b	25.8 a	25.0 c
45	10217 b	25.0 b	18.7 b	567	135 a	14.8 b	26.2 a
60	10766 a	23.6 c	2.5 c	619	126 ab	13.0 b	25.9 ab
75	10168 b	17.6 d	0.3 c	567	130 a	14.7 b	25.5 b
P.(MC)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	ns	<0.02	0.0001	<0.0001
P.(Retiro*MC)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Media	9783	23.9	12.2	569	128	17.5	25.7
Coef. Var.	7.6	4.9	26.6	15.2	13.0	24.0	2.3

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.

Cuadro 7. Rendimiento y sus componentes según momento de retiro y de cosecha, para la variedad El Paso 144

Retiro de agua (DDF)	Rend. kg/ha	Humedad (%)	Verde (%)	Panojas /m ²	N° granos tot./pan.	Esterilid. %	Peso de 1000 granos (gr)
0	7550 b	18.3 b	5.8	559	108	19.1	24.3
15	9272 a	20.4 a	8.2	578	116	15.0	25.2
30	9383 a	20.9 a	9.3	612	112	18.5	25.3
45	10084 a	21.5 a	9.1	590	123	17.5	25.1
SR	9932 a	21.5 a	8.3	607	114	17.1	25.6
P.(Retiro)	<0.04	<0.008	ns	ns	ns	ns	ns
M. de cosecha (DDF)							
30	8981 c	27.2 a	21.0 a	526 b	116 b	21.4 a	24.9 b
45	10343 a	22.2 b	10.8 b	623 a	129 a	14.0 c	25.3 a
60	9515 b	17.5 c	0.5 c	625 a	111 b	17.1 b	24.7 b
75	8136 d	15.0 d	0.2 c	584 ab	102 c	17.3 b	25.4 a
P.(MC)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.01	<0.0001	0.0006	<0.001
P.(Retiro*MC)	ns	<0.04	ns	ns	ns	ns	ns
Media	9244	20.5	3.0	589	115	17.5	25.1
Coef. Var.	10.3	5.73	37.4	14.3	9.8	27.1	2.79

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.

El porcentaje de esterilidad fue alto para las cosechas tempranas y presentó los menores valores en los momentos óptimos de cosecha, en ambas variedades. En las cosechas más tempranas (30 DDF), el grano no terminó de completar su llenado resultando en altos valores de granos vacíos o chuzos y significativamente superiores a los otros tratamientos.

Respecto al porcentaje de humedad en grano, en El Paso 144 se observan claros incrementos al retrasar los retiros de agua, obteniendo el valor más alto en el caso del tratamiento SR. En Parao no existieron diferencias estadísticamente significativas.

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) para ambas variedades.

El % de verde no tuvo diferencias significativas para los distintos tratamientos de retiro de agua. En cambio, para los momentos de cosecha, el % de verde disminuyó con el atraso de la misma en ambas variedades.

Se destaca el hecho de que, al igual que en la zafra 2006/07/08, el porcentaje de humedad es la única variable que presentó interacción, al 5 %, entre retiro de agua y momento de cosecha.

En las figuras 2 y 3 se puede observar la evolución del contenido de humedad en grano en los distintos momentos de cosecha y para los diferentes tratamientos. Se evidencia que en los tratamientos de retiro más tardío (45 DDF) y SR, la disminución de la humedad es más lenta a medida que la cosecha se atrasa. Este comportamiento se manifiesta en ambas variedades, sin embargo estas diferencias son más evidentes en la variedad El Paso 144 que en Parao.

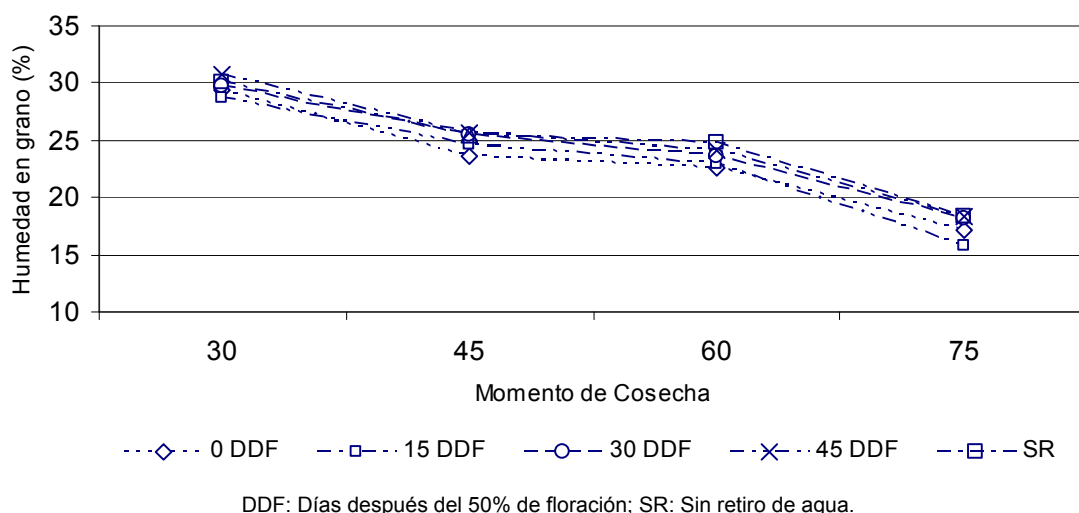
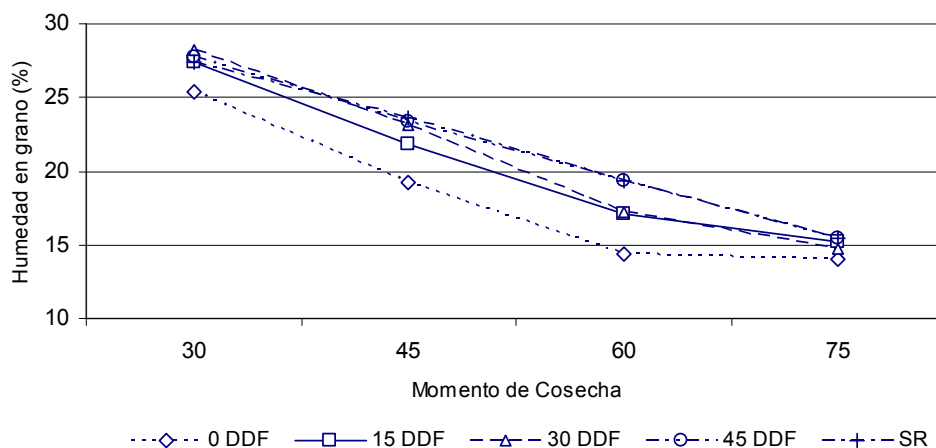


Figura 2. Humedad del grano para los tratamientos de retiro de agua (0, 15, 30, 45 DDF y SR), según momento de cosecha para la variedad Parao.



DDF: Días después del 50% de floración; SR: Sin retiro de agua.

Figura 3. Humedad del grano para los tratamientos de retiro de agua (0, 15, 30, 45 DDF y SR), según momento de cosecha para la variedad El Paso 144.

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, esto se observó para ambas variedades (cuadros 8 y 9).

Por otro lado, el momento de cosecha tuvo efectos significativos sobre ambos parámetros. Para el índice de cosecha no se encontró una tendencia clara respecto a los momentos de cosecha. En cuanto a la materia seca, en Parao el tratamiento de cosecha temprana, 30 DDF, obtuvo una menor producción de materia seca. En El Paso 144 se observan las menores producciones en cosechas muy tempranas, sin diferencias significativas a las encontradas en cosechas tardías.

Cuadro 8. Materia seca e índice de cosecha para la variedad Parao

Retiro de agua (DDF)	Materia seca (kg/ha)	Índice de cosecha
0	20661	0.46
15	20373	0.50
30	20903	0.48
45	23351	0.43
SR	21853	0.48
P.(Retiro)	ns	ns
M. de cosecha (DDF)		
30	17373	0.48
45	23716	0.44
60	21969	0.50
75	22654	0.46
P.(MC)	<0.0001	<0.03
P.(Retiro*MC)	<0.007	<0.02
Media	21399	0.47
Coef. Var.	11.7	12.9

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.

Cuadro 9. Materia seca e índice de cosecha para la variedad El Paso 144

Retiro de agua (DDF)	Materia seca (kg/ha)	Índice de cosecha
0	20007	0.39
15	20785	0.45
30	22132	0.44
45	25016	0.41
SR	23031	0.43
P.(Retiro)	ns	ns
M. de cosecha (DDF)		
30	19751	0.46
45	24630	0.42
60	23208	0.42
75	21188	0.39
P.(MC)	<0.0003	0.04
P.(Retiro*MC)	ns	ns
Media	22194	0.42
Coef. Var.	13.9	15.5

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.

Se debe resaltar que ambas variables tuvieron interacción, < al 5 %, entre retiro de agua y momento de cosecha en la variedad Parao.

Calidad industrial

Se evaluó calidad industrial de grano para los cinco tratamientos de retiro y los cuatro momentos de cosecha. En los cuadros 10 y 11 se presentan los parámetros de calidad de grano y la significancia encontrada para ambas variedades.

Los tratamientos de retiros de agua no afectaron los parámetros de blanco total ni entero en Parao. En el

Paso 144 tampoco se vio afectado el blanco total pero si el entero.

de comercialización (58%). En cambio, para El Paso 144, con drenajes a los 0 DDF se obtienen valores que se encuentran por debajo del 58%.

En Parao, independientemente del manejo del agua, los valores de entero se mantienen por encima de la base

Cuadro 10. Calidad industrial según momento de retiro de agua y de cosecha para la variedad Parao

Retiro de agua (DDF)	Blanco Total (%)	Entero (%)	Quebrado (%)	Yesado (%)
0	68.8	61.2	7.6 abc	7.5 a
15	69.3	60.3	9.0 a	7.1 a
30	68.9	60.6	8.2 ab	4.7 b
45	69.3	62.4	6.9 bc	4.9 b
SR	68.8	62.9	5.8 c	4.5 b
P.(Retiro)	ns	ns	<0.04	<0.0006
M. de cosecha (DDF)				
30	65.2 c	57.9 c	7.4	4.1 c
45	69.1 b	61.1 b	8.1	4.5 c
60	70.5 a	63.4 a	7.3	6.6 b
75	71.3 a	63.6 a	7.9	7.8 a
P.(MC)	<0.0001	<0.0001	ns	<0.0001
P.(Retiro*MC)	ns	ns	ns	ns
Media	69.0	61.4	7.7	5.9
Coef. Var.	2.27	4.4	23.9	22.0

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.

Cuadro 11. Calidad industrial según momento de retiro de agua y de cosecha para la variedad El Paso 14.

Retiro de agua (DDF)	Blanco Total (%)	Entero (%)	Quebrado (%)	Yesado (%)
0	68.3	55.9 b	12.4 a	7.6 a
15	68.8	59.0 a	9.8 b	7.1 a
30	68.9	60.1 a	9.1 b	6.0 b
45	69.3	60.7 a	8.6 b	6.7 ab
SR	68.9	60.3 a	8.6 b	6.1 b
P.(Retiro)	ns	<0.02	<0.01	<0.03
M. de cosecha (DDF)				
30	65.8 b	57.9 c	7.9 c	5.0 c
45	69.9 a	60.7 a	9.4 b	7.4 b
60	69.9 a	58.6 bc	11.3 a	8.1 a
75	69.7 a	59.6 ab	10.1 ab	6.4 b
P.(MC)	<0.0001	<0.01	<0.0001	<0.0001
P.(Retiro*MC)	ns	<0.0002	<0.0001	<0.01
Media	68.8	59.2	9.7	6.7
Coef. Var.	1.7	4.2	18.9	16.4

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

Los diferentes momentos de cosecha afectaron significativamente los porcentajes de blanco total y entero. En ambas variedades, para las cosechas tempranas 30 DDF el porcentaje de blanco total no superó el nivel exigido por la industria (70%).

quebrado (dado que no han culminado el proceso de llenado). El yesado, para esta variedad tuvo una clara tendencia a aumentar con el atraso de las cosechas. Para El Paso 144 estas tendencias no fueron tan claras.

En Parao se encontraron los menores valores de entero para cosechas tempranas, probablemente debido al elevado porcentaje de granos verdes encontrado en esta cosecha, ya que éstos son más susceptibles al

Cabe destacar que se encontró interacción entre el tratamiento de drenaje y el momento de cosecha para los parámetros de entero, quebrado y yesado en la variedad El Paso 144.

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) en la variedad Parao y registraron información cada una hora, hasta la última cosecha (75 DDF). En el cuadro 12 se presenta la información resumida para los tratamientos de retiro de agua 0 DDF y SR.

Cuadro 12. Efecto de los tratamientos 0 DDF y SR en el promedio de la temperatura atmosférica media, máxima y mínima, a nivel de panoja. Período desde el 10 de febrero al 25 de abril

Trat.	Media Temp. (C°)	Máx.	Mínima	Amplitud	Desvío	Nº de horas	Nº de horas
		Temp. (C°)	Temp. (C°)	Temp. (C°)	Temp.	< 15 °C	> 28 °C
0	19,4	27,2	13	14,2	6,5	418	155
SR	19,7	27	14	13	6,5	365	151

Amplitud Térmica a nivel de panoja

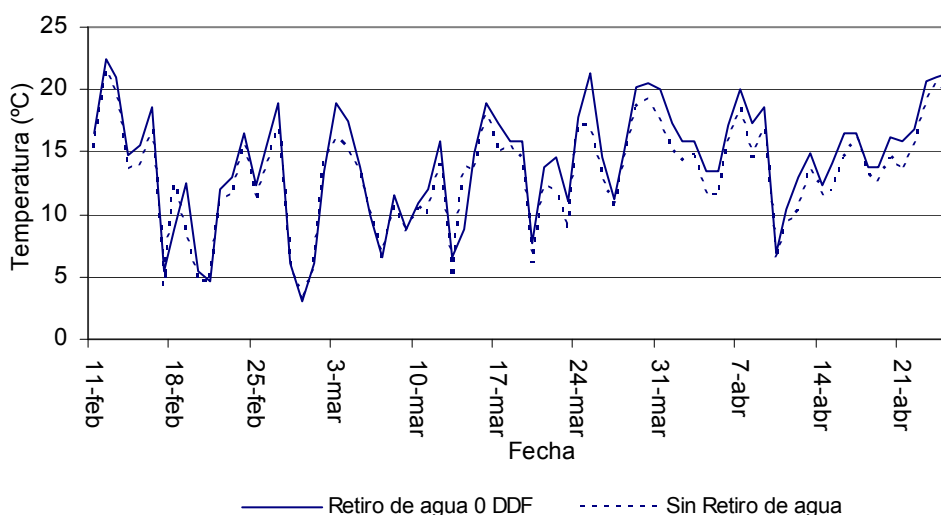


Figura 4. Evolución de la amplitud térmica a nivel de panoja para los tratamientos 0DDF y SR, desde floración hasta la última cosecha en la variedad Parao.

En términos generales, la lámina de agua tiene efecto sobre los parámetros, temperatura media, máxima, mínima, amplitud térmica. En la figura 4 se puede observar el efecto buffer de la lámina de agua sobre la temperatura mediante la evolución de la amplitud térmica, desde floración hasta la última cosecha, en la variedad Parao. Indicando que cuanto mayor tiempo esté presente la lámina de agua menor será la amplitud térmica, debido a que las temperaturas máximas y mínimas son menos extremas.

o por debajo de 15 °C, fueron afectados por la presencia de lámina de agua. Para el tratamiento con presencia de lámina de agua se encontró una tendencia a presentar temperaturas mínimas superiores, menor amplitud y menor número de horas por debajo de 15°C y por encima de 28°C a las encontradas para el tratamiento con retiro de agua al 50% de floración. Sin embargo, estos efectos no se traducen de manera clara en la significancia de los % de quebrado para cada tratamiento de retiro de agua (Cuadro 10).

Los parámetros temperatura media, mínima, máxima, amplitud térmica y número de horas por encima de 28°C

Cuadro 13. Efecto de los tratamientos 0 DDF y SR en el promedio de la Humedad Relativa atmosférica media, máxima y mínima, a nivel de panoja. Período desde el 10 de febrero al 25 de abril

Trat.	Media HR. (%)	Máx.	Mínima	Amplitud	Desvío	Nº de horas	Nº de horas
		HR. (%)	HR. (%)	HR. (%)	HR.	< 81 HR. (%)	> 99 HR. (%)
0	89,2	100	61,3	38,7	19,1	454	1198
SR	91,2	100	67,3	32,7	17,5	386	1261

La humedad relativa del ambiente a nivel de panoja también se ve afectada por la presencia de lámina de agua (Cuadro 13). El tratamiento sin retiro, respecto al tratamiento con retiro de agua temprano, muestra una tendencia a presentar valores medios y mínimos menores, así como una menor amplitud de la misma.

Se puede observar que el número de horas por debajo de 81% de humedad relativa es considerablemente mayor en el tratamiento sin agua respecto al tratamiento donde se mantuvo el agua hasta la última cosecha. Así mismo, el número de horas por encima de 99% de humedad es menor en el tratamiento con retiro de agua temprano.

Otro factor importante en la determinación de los niveles de quebrado son las precipitaciones. Lluvias esporádicas pueden llevar a niveles de quebrado mayores ya que provocan un continuo proceso de hidratación y deshidratación del grano, que finaliza en el quiebre del mismo (Roel, A. y Blanco, F., 1997). Para este año en particular, este factor puede haber afectado el porcentaje de quebrado en las últimas dos cosechas de la variedad El Paso 144, dado que en los meses de marzo y abril, se encontraron precipitaciones de manera aislada. En la variedad Parao el quebrado no tuvo diferencias significativas para los distintos momentos de cosecha (Cuadro 10).

Precipitaciones acumuladas mensuales

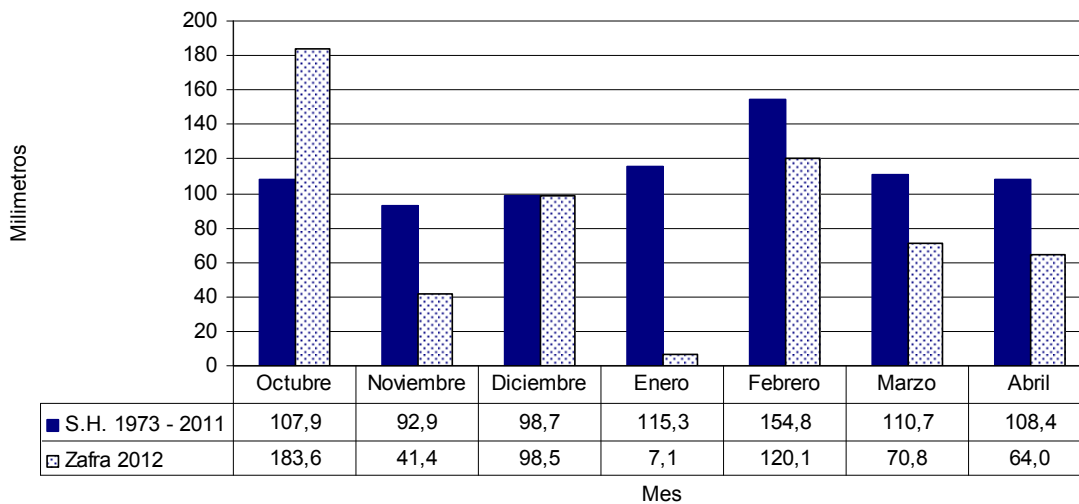


Figura 5. Precipitaciones mensuales para la serie histórica y para la zafra 2011/12.

Contenido de agua en el suelo

Del análisis de la evolución del contenido de agua en el suelo, determinado mediante el método gravimétrico, se pudo caracterizar la variación en la oferta de agua del suelo por perfil para cada tratamiento de retiro de agua. Para la variedad

Parao desde el 17 de febrero al 24 de abril (Figuras 6, 7 y 8) y para El Paso 144 desde el 24 de abril al 3 de mayo (Figuras 9, 10 y 11).

En las figuras 5 y 12 se presentan las precipitaciones diarias y mensuales para la zafra y para la serie histórica.

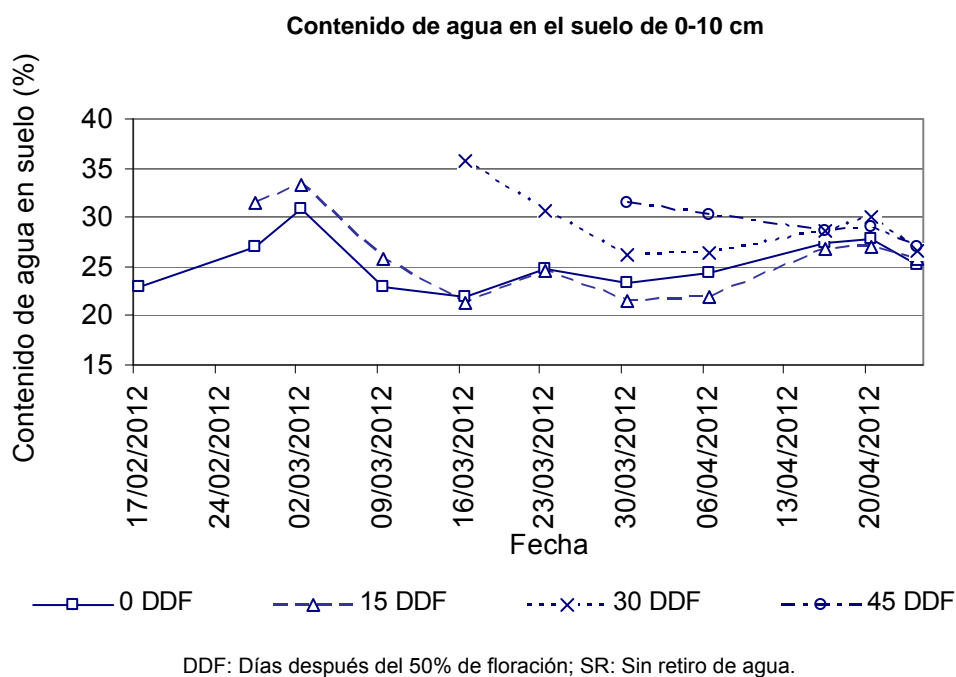


Figura 6. Evolución del contenido de agua gravimétrico (0-10 cm) para la variedad Parao

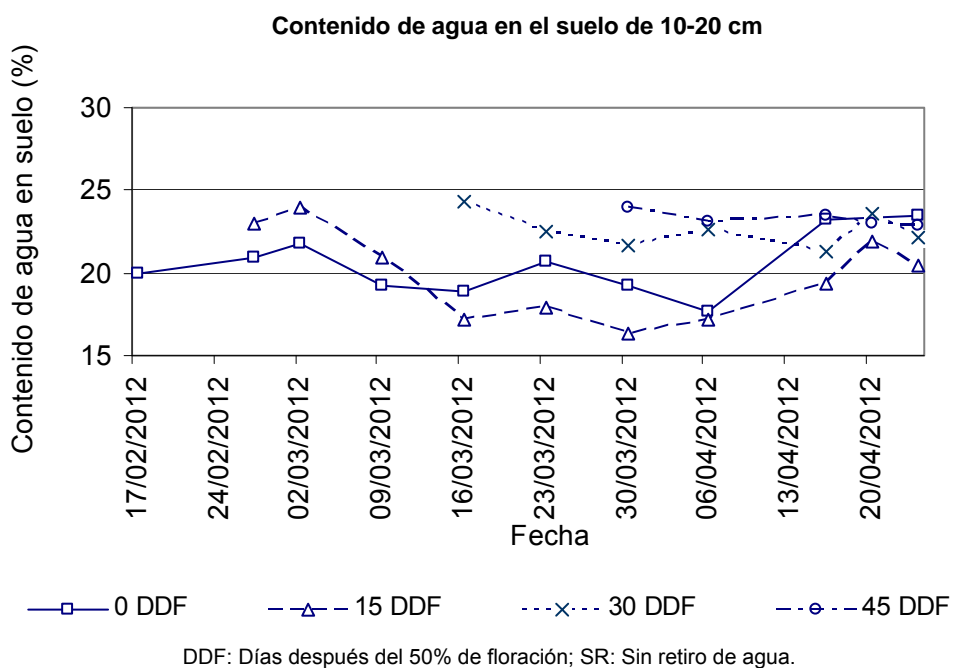


Figura 7. Evolución del contenido de agua gravimétrico (10-20 cm) para la variedad Parao

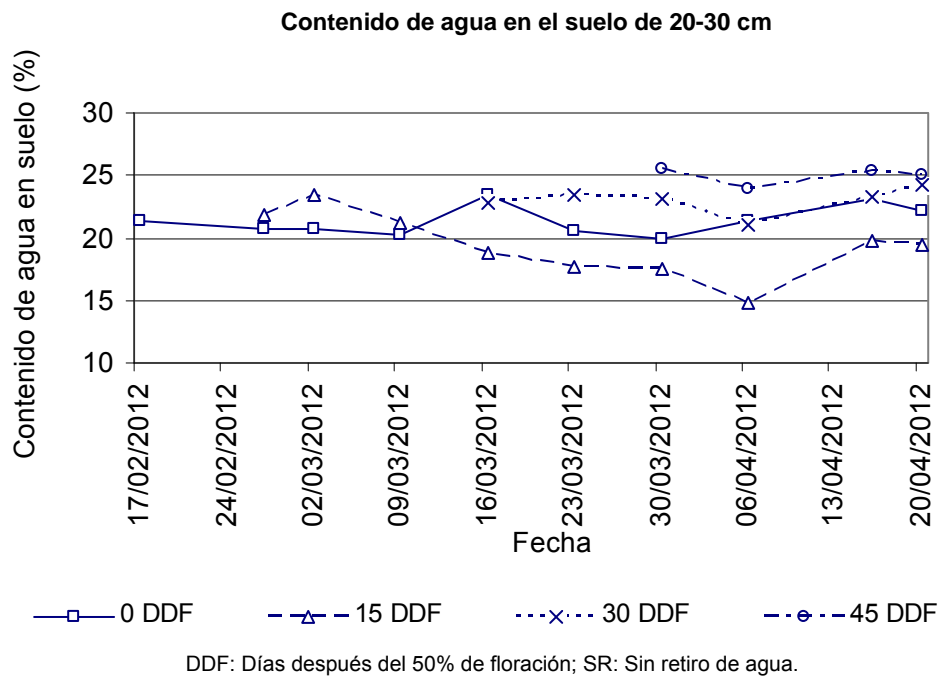


Figura 8. Evolución del contenido de agua gravimétrico (20-30 cm) para la variedad Parao

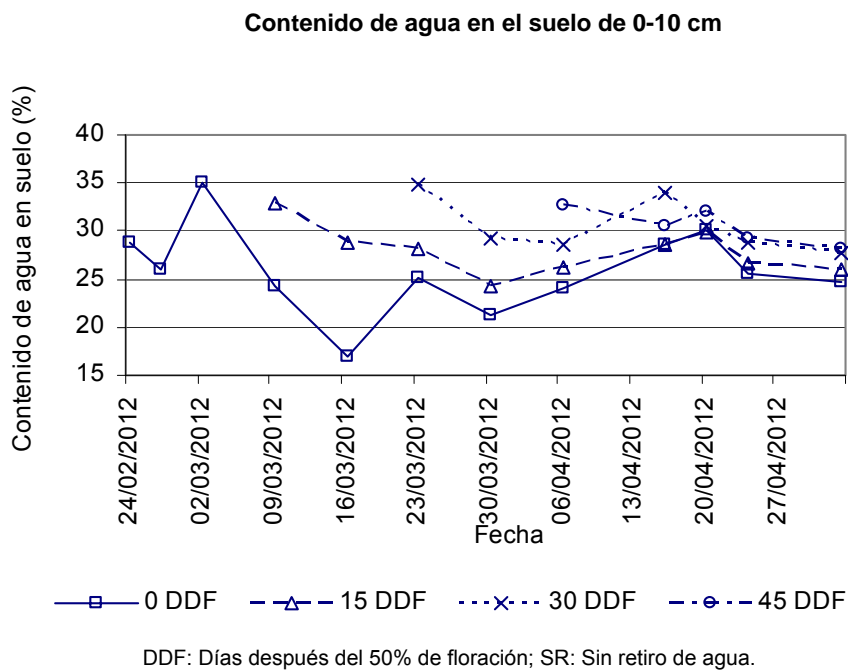


Figura 9. Evolución del contenido de agua gravimétrico (0-10 cm) para la variedad El Paso 144.

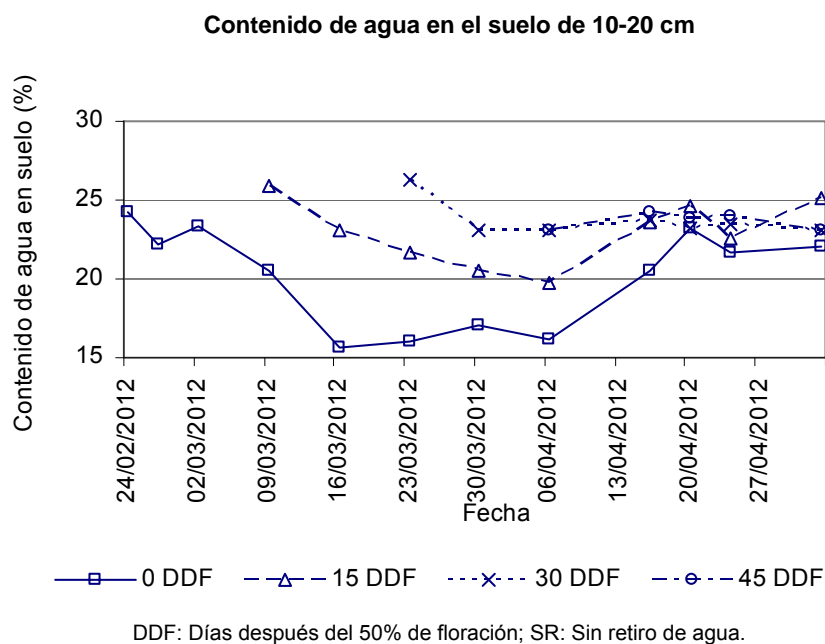


Figura 10. Evolución del contenido de agua gravimétrico (10-20 cm) para la variedad El Paso 144.

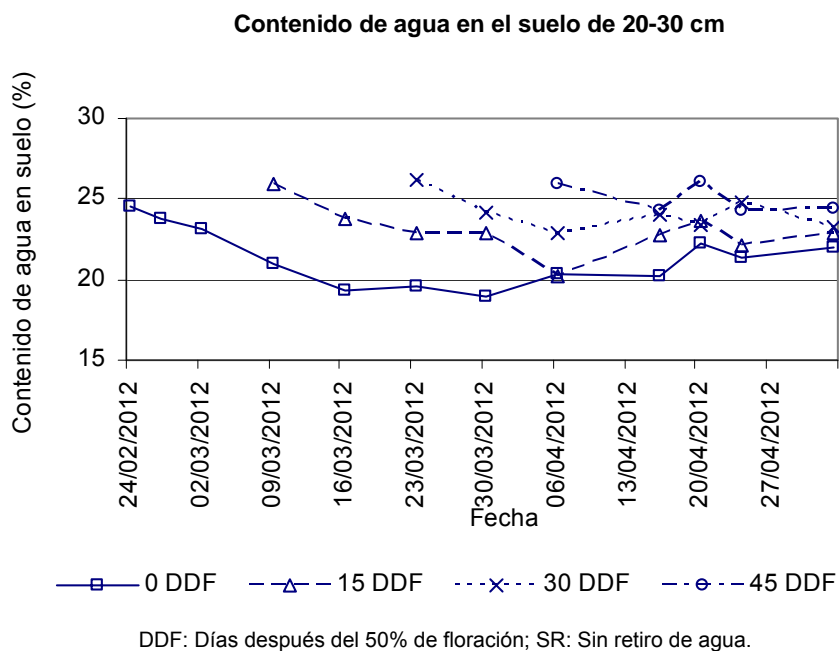


Figura 11. Evolución del contenido de agua gravimétrico (20-30 cm) para la variedad El Paso 144.

Precipitaciones diarias para el periodo
10/2/12 - 3/5/12

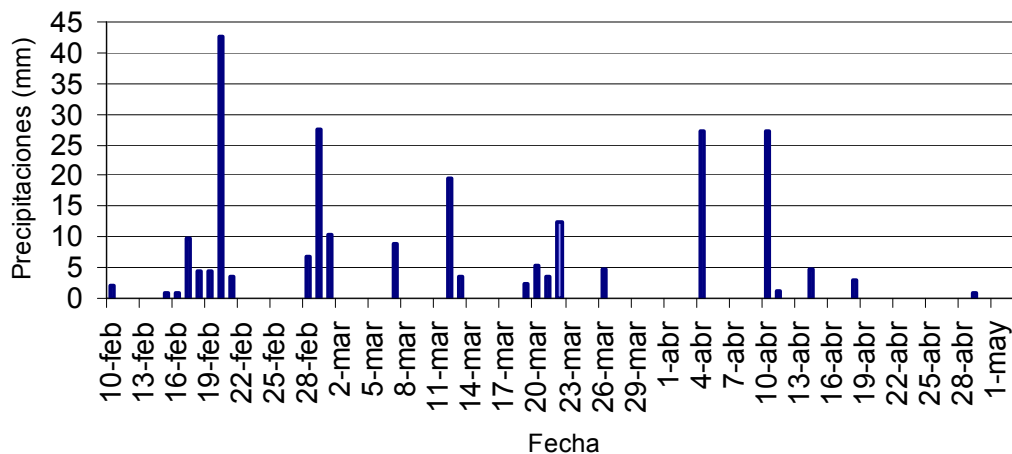


Figura 12. Precipitaciones diarias para el período 10 de febrero – 3 de mayo.

Las mayores variaciones en el contenido de agua según los tratamientos se aprecian en los primeros 10 cm del perfil (Figuras 6 y 9). Para las parcelas que se les retiró el agua a los 0 y 15 DDF, en dicho perfil se puede observar una tendencia del contenido de agua asociado 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 6 y 9 se puede apreciar que frente a un episodio de lluvia como las ocurridas el 1 de marzo y el 22 de marzo, 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

Los tratamientos de momentos de cosecha afectaron significativamente al rendimiento en ambas variedades. Existe un momento de cosecha en el que se obtiene el máximo rendimiento y éste es diferente para cada variedad. La mayor productividad se obtuvo cuando la cosecha se efectuó a los 60 y 45 días después del 50% de floración, en las variedades Parao y El Paso 144 respectivamente.

Sin embargo, a pesar de que los momentos óptimos de cosecha para ambas variedades fueran a los 60 y 45 DDF (diferencia de 15 días entre ambos momentos de cosecha), cronológicamente se traduce en 8 días entre la cosecha de El Paso 144 y de Parao. Esto se debe a que la variedad Parao floreció antes. Siendo, el 12 de abril la cosecha en Parao y el 4 de abril en El Paso 144.

Por lo tanto, existen diferencias fenológicas entre las variedades Parao y El Paso 144 que se ven reflejadas al momento de cosecha. La variedad Parao florece antes que El Paso 144 y su momento de cosecha óptimo es posterior. Por ende esta variedad presenta un período de llenado de grano más largo, sin retrasar su cosecha de manera importante respecto a la de El Paso 144.

Los tratamientos de retiro de agua afectaron significativamente el rendimiento en la variedad El Paso 144. Cuando el drenaje se realizó al 50% de floración (0 DDF), se obtuvo un rendimiento 22% inferior al resto de los tratamientos. En la variedad Parao estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En lo que refiere a calidad molinera, el momento de cosecha afectó significativamente los porcentajes de blanco, entero y yeso en ambas variedades. Para la variedad El Paso 144 en cosechas tempranas, a los 30 días después del 50% de floración, el porcentaje de granos enteros es inferior al 58%.

El tratamiento de retiro del agua no tuvo efecto sobre el % de blanco en ninguna de las variedades, pero sí sobre el quebrado y yesado.

La presencia o ausencia de lámina de agua afectó la temperatura y la humedad relativa dentro del cultivo. Las parcelas que permanecieron con agua durante más tiempo, presentaron una amplitud térmica menor y valores de temperatura mínima superiores. En cuanto a la humedad relativa del ambiente, se aprecia una tendencia a presentar valores mínimos más bajos con retiro de agua temprano, así como una mayor amplitud y número de horas por debajo del 81%.

AGRADECIMIENTOS

A Néstor Saldain y a los funcionarios de la sección: José Correa, Matías Oxley, Irma Furtado, Adán Rodríguez y Gustavo Rodríguez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

CHEBATAROFF, N. 1983. Factores que afectan el momento de cosecha, los rendimientos y la calidad industrial del arroz. Resista ACA. V. N°2. (3) pp.17-23.

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.

MOLINA, F.; ROEL, A.; Mutters, R. 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. 11-20.

_____; 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.

CANTOU, G.; ROEL, A.; FARIÑA, S.; PLATERO, S. 2008. Arroz, resultados experimentales 2007-2008; Riego; Efecto de momentos de retiros de agua y de cosecha en la variedad INIA Olimar. Actividades de difusión 545. pp. 11-23.

FARIÑA, J. S; PLATERO, S. 2009. Efectos de momentos de retiros de agua y de cosecha en la variedad INIA Olimar. Tesis de grado. 108p.