

## RIEGO

### EFFECTO DEL MOMENTO DE LA INUNDACIÓN EN INIA OLIMAR Y EL PASO 144, CON Y SIN APLICACIÓN DE FUNGICIDA

Guillermina Cantou<sup>1/</sup>, Alvaro Roel<sup>1/</sup>, Federico Molina<sup>1/</sup>, Stella Avila<sup>1/</sup>Luis Casales<sup>1/</sup>

#### INTRODUCCIÓN

Desde la década del 80, se vienen llevando a cabo trabajos a nivel parcelario para evaluar el momento de inundación más apropiado en diferentes variedades de arroz (Bluebelle, El Paso 144, INIA Caraguatá e INIA Tacuarí). En términos generales, se pudieron determinar ventajas en el adelantamiento del momento de inundación a fechas más tempranas que las previamente utilizadas (Blanco, F. y Roel, A., 1996 y Roel, A., 1998).

En las últimas tres zafras (2004/05, 2005/06 y 2006/07) se ha generado información sobre las respuestas de INIA Olimar al momento de inundación y a la aplicación o no de fungicida. En estos ensayos no se encontró un efecto claro del momento de inundación sobre los aspectos productivos y de calidad de grano, lo que llevó a pensar que la variedad INIA Olimar posee una habilidad compensatoria importante, que permite alcanzar el mismo rendimiento independientemente del tratamiento de inundación utilizado.

Dada estas interrogantes, en la zafra 2007/08 se decidió continuar con esta línea de investigación e incluir un tercer factor, la variedad. De esta forma se evaluó el comportamiento de INIA Olimar conjuntamente con El Paso 144 (por ser la variedad más sembrada en el país y de tipo Indica al igual que INIA Olimar), para estudiar a ambas variedades en las mismas condiciones y corroborar si los resultados obtenidos para INIA Olimar son producto de su plasticidad.

El presente trabajo expone los principales resultados obtenidos en la zafra 2007-2008.

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

#### MATERIALES Y MÉTODOS

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

Cuadro 1. Análisis de Suelo

pH (H <sub>2</sub> O)	M.O. %	P. Cítrico µg P/g	K Meq/100 g
6,1	2,84	4,4	0,22

Fecha de Siembra: 21 de Octubre de 2007. Se sembró las variedades INIA Olimar y El Paso 144 (EP 144), a razón de 160 kg/ha de semilla y 140 kg/ha de 18-46-0. Se utilizó una sembradora de siembra directa (Semeato, Personale Drill), de 13 líneas.

Emergencia: 2 de Noviembre de 2007.

Herbicida: 14 de Noviembre de 2007. Se realizó una aplicación de herbicida: Facet 1.4 l/ha + Propanil 3 l/ha + Command 0.8 l/ha + Cyperex 200 g/ha.

Fertilización nitrogenada: además de la aplicación basal, se aplicó 50 kg/ha de urea en seco, previo a la los tratamientos de inundación y 60 kg/ha de urea a primordio. Ésta última aplicación, así como el resto del manejo para los diferentes tratamientos evaluados, fueron realizados de acuerdo a la fenología del cultivo (Cuadro 2).

Fungicida: Cuando las parcelas que contenían los tratamientos, presentaban entre un 40 y 50% de floración, se aplicó en la mitad de la parcela (parcela chica), 1 l/ha de fungicida Allegro (Kreosoxim-metil + Epoxiconazole).

Diseño: Parcelas sub-subdivididas con cuatro repeticiones, en el que la parcela principal fue la variedad, la subparcela representó el momento de inundación y la sub-subparcela la aplicación o no de fungicida.

**Primer factor: Variedad**

Variedad 1: INIA Olimar

Variedad 2: El Paso 144

**Segundo factor: Tratamientos de momento de inundación**

Tratamiento 1: Inundación 15 días después de la emergencia (DDE)

Tratamiento 2: Inundación desde 15 DDE a 30 DDE y retiro de agua. Se vuelve a inundar a los 45 DDE

Tratamiento 3: Inundación 30 DDE

Tratamiento 4: Inundación 45 DDE

Tratamiento 5: Inundación 60 DDE

**Tercer factor: Tratamientos de fungicida**

Tratamiento 1: Con fungicida

Tratamiento 2: Sin fungicida

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  $P \leq 0.05$ .

**Determinaciones y registros**

Se extrajeron muestras de planta a macollaje, primordio, floración y cosecha, con el propósito de medir materia seca de la parte aérea y nutrientes en planta y grano (N, P y K). Paralelamente se realizaron conteos de tallos y mediciones de altura de planta. Asimismo, se estimó el contenido relativo de clorofila en hoja (SPAD) y se evaluó incidencia de enfermedades del tallo (*Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae*).

Se determinó rendimiento y sus componentes (panojas por m<sup>2</sup>, granos por panoja, porcentaje de esterilidad y peso de mil granos). Posteriormente, en el laboratorio se realizaron las mediciones de calidad industrial.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los tratamientos de inundación evaluados afectaron la fenología del cultivo, determinando distintos momentos de finalización del riego y de cosecha (cuadro 2).

**Cuadro 2. Momento de los eventos fenológicos por variedad y tratamiento de riego**

Tratamiento de inundación	Baños	Inundación	Primordio	Floración*	Finalización del riego**	Cosecha
<b>INIA Olimar</b>						
15	—	16-Nov	02-Ene	30-Ene	17-Feb	07-Mar
15-30-45	—	16-Nov y 13-Dic	07-Ene	04-Feb	20-Feb	10-Mar
30	—	29-Nov	04-Ene	02-Feb	19-Feb	10-Mar
45	05-Dic	13-Dic	09-Ene	08-Feb	29-Feb	24-Mar
60	5 y 20-Dic	02-Ene	18-Ene	16-Feb	13-Mar	07-Abr
<b>El Paso 144</b>						
15	—	16-Nov	04-Ene	08-Feb	25-Feb	17-Mar
15-30-45	—	16-Nov y 13-Dic	09-Ene	12-Feb	01-Mar	24-Mar
30	—	29-Nov	07-Ene	11-Feb	29-Feb	24-Mar
45	05-Dic	13-Dic	11-Ene	16-Feb	11-Mar	07-Abr
60	5 y 20-Dic	02-Ene	21-Ene	22-Feb	17-Mar	11-Abr

\* parcelas con 40-50 % de floración

\*\* 80 % de las panojas con los 2/3 dorado

DDE: días después de emergencia

Para ambas variedades, se dio un acortamiento del ciclo con el adelantamiento de la inundación, al punto

de lograr una diferencia en días entre los tratamientos extremos, de 31 y 25 para la

variedad INIA Olimar y EP 144, respectivamente.

En el cuadro 3 se presenta, por variedad y para cada tratamiento de inundación, el número de días desde emergencia a cosecha. En promedio, la variedad EP 144 presentó un ciclo 11 días más largo que INIA Olimar.

Cuadro 3. Número de días desde emergencia a cosecha por tratamiento de inundación, para las variedades INIA Olimar y El Paso 144.

Inundación (DDE)	INIA Olimar	El Paso 144	Diferencia
15	126	136	10
15-30-45	129	143	14
30	129	143	14
45	143	157	14
60	157	161	4
<b>Media</b>	<b>137</b>	<b>148</b>	<b>11</b>

DDE: días después de emergencia

### Evolución de la materia seca, número de tallos y altura de planta

Como se aprecia en el cuadro 4, en ambas variedades se obtuvo una muy buena implantación del cultivo, con una recuperación de plantas del 70%. Tampoco hubo diferencias entre los tratamientos en el stand inicial de plantas. A floración se encontraron diferencias en el número de tallos por m<sup>2</sup> entre las variedades, a favor de INIA Olimar, que superó en un 17% al número obtenido por EP 144. Sin embargo, la variedad EP 144 registró un mayor número de panojas a cosecha, probablemente por la menor competencia generada por una menor densidad de tallos.

Si bien en el campo se observó un menor desarrollo inicial del cultivo y un retardo en el momento de macollaje en los tratamientos de inundación de 45 y 60 DDE, éstos no tuvieron un efecto consistente sobre el número de tallos por unidad de superficie. A cosecha, los tratamientos extremos (15 y 60 DDE) fueron los que obtuvieron un menor número de panojas por m<sup>2</sup>, diferencias que fueron significativas (P<0.01).

Cuadro 4. Número de plantas, tallos y panojas por variedad y por tratamiento de inundación, en diferentes etapas fenológicas del cultivo

Variedad	10 DDE plantas/m <sup>2</sup>	Floración tallos/m <sup>2</sup>	Cosecha pan/m <sup>2</sup>	
INIA Olimar	446	912 a	627	b
EP 144	444	759 b	679	a
<b>Inundación (DDE)</b>				
15	448	755	624	b
15-30-45	455	737	702	a
30	425	917	732	a
45	445	955	628	b
60	450	813	579	b
P. Var.	ns	0.03	0.02	
P. Inund.	ns	ns	0.00	
P.Var.*Inund.	ns	ns	0.00	

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; ns: no significativo; P.Var.\*Inund: interacción entre variedad y momento de inundación. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05

Respecto a la producción de materia seca (cuadro 5), los muestreos realizados a lo largo del ciclo del cultivo evidenciaron una tendencia a que INIA Olimar acumule una mayor cantidad de materia seca respecto a EP 144, aunque a cosecha, ambas variedades llegaron con similares cantidades.

Por otro lado, los tratamientos de riego no afectaron los totales de materia seca alcanzados a primordio y floración, pero sí se encontró un efecto significativo a cosecha. En esta etapa, el tratamiento de inundación 60 DDE fue, en promedio, 14% superior al resto de los tratamientos, resultados que no son claros agrónomicamente.

Cuadro 5. Producción de materia seca (kg/ha) por variedad y por tratamiento de inundación, en diferentes etapas fenológicas del cultivo

Variedad	Primordio	Floración	Cosecha
INIA Olimar	4267	15312 a	20380
EP 144	3745	13546 b	21578
Inundación (DDE)			
15	4362	13997	20683 b
15-30-45	3836	12950	20280 b
30	3738	15799	20542 b
45	4330	16082	19766 b
60	3763	13318	23623 a
P. Var.	ns	0.04	ns
P. Inund.	ns	ns	0.02
P.Var.*Inund.	ns	ns	0.00

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; ns: no significativo; P.Var.\*Inund: interacción entre variedad y momento de inundación. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05

Para entender un poco más el comportamiento de ambas variedades y dada la interacción existente a cosecha, entre la variedad y el momento de inundación, se analizó el comportamiento de cada variedad por separado. En INIA Olimar, las cantidades de materia seca producida en los diferentes tratamientos fueron similares durante el ciclo del cultivo, incluso a cosecha. Para EP 144, sin embargo, el efecto del tratamiento de riego fue más apreciable. En las primeras etapas del cultivo, si bien no existieron diferencias significativas, se registró una disminución en la biomasa producida con el atraso de la inundación. Ésta menor acumulación fue compensada en el período de floración a cosecha, logrando superar significativamente al resto de los

tratamientos (cuadro 6). Por lo tanto, el efecto del momento de inundación sobre la producción de la materia seca detallado en el cuadro 5 queda fundamentalmente explicado por el comportamiento de la variedad EP 144.

Cuadro 6. Producción de materia seca (kg/ha) a cosecha, para la variedades INIA Olimar y El Paso 144

Inund. (DDE)	INIA Olimar	EP 144
15	20597	20768 b
15-30-45	19588	20971 b
30	20381	20703 b
45	21465	18068 b
60	19867	27379 a
Fungicida		
C/Fung	20353	21271
S/Fung	20406	21885
Media	20380	21578
Coef.var.	13	20
P. Inund.	ns	0.00
P. Fung	ns	ns
P.Inund.*Fung	ns	ns

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; ns: no significativo; P.Inund.\*Fung: interacción entre momento de inundación y fungicida. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05.

La variedad y el tratamiento de inundación tuvieron efectos significativos sobre la altura de la planta durante el ciclo del cultivo (cuadro 7). A medida que se desarrolla el cultivo, las notorias diferencias en altura a favor de los tratamientos de riego temprano van disminuyendo y a cosecha, el tratamiento de inundación 60 DDE logro superar al resto de los tratamientos.

Cuadro 7. Evolución de la altura de planta por variedad y por tratamiento de inundación, en diferentes fechas de muestreo (cm)

Variedad	24DDE	55DDE	68DDE	93DDE	Cosecha
<b>INIA Olimar</b>	25 a	44 a	62 a	76	68 b
<b>EP 144</b>	19 b	38 b	56 b	75	70 a
<b>Inundación (DDE)</b>					
<b>15</b>	30 a	47 a	62 a	80 a	69 b
<b>15-30-45</b>	29 a	45 a	61 a	77 b	68 c
<b>30</b>	18 b	45 a	63 a	79 ab	69 b
<b>45</b>	17 b	42 b	60 a	74 b	68 c
<b>60</b>	19 b	26 c	49 c	69 c	73 a
<b>P. Var.</b>	0.00	0.00	0.00	ns	0.00
<b>P. Inund.</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>P.Var.*Inund.</b>	ns	ns	ns	ns	0.00

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; ns: no significativo; P.Var.\*Inund: interacción entre variedad y momento de inundación. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05

En el cuadro 8 se presenta los resultados del análisis por variedad, a cosecha. En el caso de INIA Olimar, las diferencias encontradas entre los tratamientos de riego se fueron atenuando hasta hacerse no significativas a cosecha. Estos resultados concuerdan con estudios parcelarios anteriores en los que se utilizó esta variedad (Roel et al., 2004/05, 2005/06 y 2006/07). Para EP 144, se observó un comportamiento similar al descrito para la variable producción de materia seca. El tratamiento de inundación 60 DDE registró la menores alturas de planta durante el ciclo del cultivo y, a cosecha, logro compensar estas diferencias, superando significativamente al resto de los tratamientos.

Cuadro 8. Evolución de la altura de planta (cm) a cosecha, para las variedades INIA Olimar y El Paso 144

Inund. (DDE)	INIA Olimar	EP 144
<b>15</b>	68	71 b
<b>15-30-45</b>	67	68 c
<b>30</b>	69	68 c
<b>45</b>	66	70 b
<b>60</b>	69	76 a
<b>Fungicida</b>		
<b>C/Fung</b>	68	71
<b>S/Fung</b>	68	70
<b>Media</b>	68	70
<b>Coef.var.</b>	3	4
<b>P. Inund.</b>	ns	0.00
<b>P. Fung</b>	ns	ns
<b>P.Inund.*Fung</b>	ns	ns

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; ns: no significativo; P.Inund.\*Fung: interacción entre momento de inundación y fungicida. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05.

### Efecto en el comportamiento productivo

Los resultados del análisis del rendimiento y sus componentes se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Rendimiento y componentes

Variedad	Rend. (kg/ha)	I.C.	Panojas /m <sup>2</sup>	N° granos tot./pan.	Esterilidad %	Peso de 1000 granos (gr)
Olimar	10557	0.52	627 b	98	11.3	26.5
EP 144	10791	0.53	679 a	100	10.9	26.5
<b>Inund. (DDE)</b>						
15	10333	0.51	624 b	103	12.1	26.2
15-30-45	11028	0.55	702 a	99	11.6	26.2
30	10796	0.53	732 a	99	9.7	26.4
45	10586	0.55	628 b	98	10.9	27.0
60	10628	0.47	579 b	98	11.1	26.7
<b>Fungicida</b>						
C/Fung	10770	0.53	665	99	11.1	26.6
S/Fung	10578	0.52	641	99	11.1	26.5
P. Var.	ns	ns	0.02	ns	ns	ns
P. Inund.	ns	ns	0.00	ns	ns	ns
P. Fung	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P.Var.*Inund.	ns	0.01	0.00	ns	ns	ns
P.Var*Fung	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P.Inund.*Fung	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P.Var*Inund.*Fung.	ns	ns	ns	0.03	ns	ns

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; ns: no significativo; I.C.: Índice de cosecha; P.Var.\*Inund.: interacción entre variedad y momento de inundación; P.Inund.\*Fung.: interacción entre momento de inundación y fungicida; P.Var\*Inund.\*Fung.: triple interacción. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para  $P < 0.05$ .

Tanto el factor variedad, como el momento de inundación, no tuvieron un efecto significativo sobre el rendimiento de grano. En el cuadro 10 se detalla los resultados alcanzados para cada variedad. En promedio, el rendimiento promedio de grano para INIA Olimar fue de 10557 kg/ha. La variedad EP 144, por su parte, logro una media de 10791 kg/ha. La alta productividad alcanzada en ambas variedades refleja las buenas condiciones climáticas registradas en la zafra 2007/08.

Los resultados en rendimiento de la variedad INIA Olimar concuerdan con los encontrados en los ensayos realizados en el 2004/05 y 2006/07, donde no se encontró un efecto claro del momento de inundación sobre el rendimiento en grano. Del mismo modo, los resultados para EP 144 coinciden con los obtenidos en las zafras 1999/00 y 2000/01. Sin embargo, durante sucesivos años de ensayos se obtuvieron resultados promisorios en las diferentes variedades estudiadas (INIA Yerbal, Bluebelle, INIA Caragatá, El Paso 144 y INIA Tacuarí), en cuanto al adelanto del momento de

inundación con respecto al momento tradicional (Blanco, F. y Roel, A.).

En resumen, para este año en particular, las variedades INIA Olimar y EP 144 han mostrado una cierta plasticidad a los diferentes manejos de riego utilizados, logrando mantener similares niveles de rendimiento independientemente del momento de inundación utilizado. Sin duda que esta plasticidad productiva fue posible, en parte, por las buenas condiciones climáticas existentes durante la etapa de llenado de grano del cultivo de arroz.

Ninguno de los componentes de rendimiento presentó diferencias significativas en sus valores debidas a los tratamientos de riego evaluados, a excepción del número de panojas por m<sup>2</sup>, que fue afectado tanto por el factor variedad como por el momento de inundación. Sin embargo, el mayor número de panojas alcanzado por la variedad EP 144 respecto a INIA Olimar y de los tratamientos de inundación 15-30-45 y 30

DDE, no fue suficiente para diferenciar el rendimiento.

Cuadro 10. Efecto del momento de inundación sobre el rendimiento en grano, para INIA Olimar y El Paso 144, con y sin fungicida.

Inund. (DDE)	INIA Olimar	EP 144
15	10033	10632
15-30-45	10952	11104
30	10511	11080
45	10498	10675
60	10792	10464
<b>Fungicida</b>		
C/Fung	10682	10858
S/Fung	10433	10724
<b>Media</b>	10557	10791
<b>Coef.var.</b>	7	6
<b>P. Inund.</b>	ns	ns
<b>P. Fung</b>	ns	ns
<b>P.Inund.*Fung</b>	ns	ns

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; ns: no significativo; P.Inund.\*Fung: interacción entre momento de inundación y fungicida. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05.

Cabe destacar que la interacción estadísticamente significativa entre la variedad y el tratamiento de inundación presente en la variable índice de cosecha, fue producto del comportamiento del tratamiento de inundación de 60 DDE de la variedad EP 144, motivado principalmente

Cuadro 11. Evolución del contenido de clorofila (SPAD) por variedad y por tratamiento de inundación, en diferentes fechas de muestreo

Variedad	41DDE	55DDE	68DDE	83DDE	Floración
INIA Olimar	31.9	35.7	33.0 a	26.9	29.7
EP 144	32.9	35.2	32.3 b	27.7	29.7
<b>Inundación (DDE)</b>					
15	30.0 c	32.7 d	32.9 b	26.8 bc	28.1 c
15-30-45	31.1 bc	34.7 c	32.4 bc	27.2 b	31.0 ab
30	31.8 b	32.8 d	31.4 c	26.4 c	29.7 b
45	34.2 a	36.8 b	31.4 c	26.6 bc	28.2 c
60	34.8 a	40.4 a	35.3 a	29.5 a	31.4 a
<b>Media</b>	32.4	35.5	32.6	27.3	29.7
<b>Coef.var.</b>	7.3	9.2	5.3	5.2	6.8
<b>P. Var.</b>	ns	ns	0.02	ns	ns
<b>P. Inund.</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>P.Var.*Inund.</b>	ns	ns	ns	ns	ns

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; ns: no significativo; P.Var.\*Inund: interacción entre variedad y momento de inundación. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05

Por otro lado, para la variedad INIA Olimar, se realizaron muestreos en diferentes etapas del cultivo para determinar la evolución del contenido de fósforo (P),

por la mayor producción de materia seca a cosecha.

Por último, el tratamiento de fungicida no tuvo efecto en ninguna de las variables analizadas. Se debe resaltar que los niveles de infección alcanzados en esta zafra fueron bajos (Stella Ávila, *comp. pers.*), por lo que se esperaría que esta variable no este afectando el rendimiento.

### Efecto en el contenido de clorofila y nutrientes

Las lecturas de SPAD realizadas a lo largo del ciclo del cultivo presentaron diferencias significativas (cuadro 11). El tratamiento de inundación 60 DDE presento los valores más altos durante todo el ciclo. Es importante resaltar que éstas son determinaciones realizadas a tiempo fijo (salvo la realizada a floración), por lo que el estado fenológico y la cantidad de materia seca para cada tratamiento fueron diferentes.

Estos valores son inferiores a los observados en la zafra anterior y están por debajo de los valores críticos a primordio de 37 y 40 reportados para el cultivo de arroz por Singh *et al.* (2002) y Turner, F. T. y Jund, M. F. (1994), respectivamente.

nitrógeno (N) y potasio (K), en planta y grano y la absorción por hectárea. Como se detalla en el cuadro 12, se encontró diferencias significativas únicamente en el

porcentaje de N en planta a macollaje, a favor de los tratamientos de inundación 30 y 45 DDE. Cuando estos valores son llevados a los totales absorbidos para ese momento, la tendencia sigue siendo la misma. El valor de N encontrado en planta a macollaje supera al nivel crítico de 25 g N por kg de materia seca manejado por Fageria et al. (2003).

Cuadro 12. Contenido de nitrógeno en macollaje, para INIA Olimar

Inundación (DDE)	Macollaje			
	% N		kg/ha N	
15	1.9	b	31.0	b
15-30-45	2.3	b	14.0	bc
30	3.2	a	24.0	b
45	3.3	a	53.0	a
60	2.6	b	37.0	ab
Media	2.7		31.8	
Coef.var.	25		50	
P. Inund.	0.01		0.02	

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; N: Nitrógeno. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05.

En el cuadro 13 se presenta el valor promedio obtenido para todas las determinaciones.

Observando la media de N de todos los tratamientos en cada muestreo, se destaca la disminución del porcentaje desde el primer al tercer muestreo y el aumento en la cantidad absorbida del nutriente. Estos datos posiblemente resaltan el efecto de dilución pero con un incremento sostenido hasta la cosecha de la cantidad absorbida.

Según Fageria et al. (2003), el valor crítico de P en planta, en el estado vegetativo, es de 1 a 2 g de P por kg de materia seca. Los valores de P del ensayo se mantuvieron dentro de este rango, por lo que este factor no sería una limitante para obtener altos rendimientos, independientemente del tratamiento de riego.

Cuadro 13. Evolución del contenido de nutrientes en planta y grano para INIA Olimar

Media	Macollaje			Primordio			Cosecha					
	P	N	K	P	N	K	planta			grano		
							P	N	K	P	N	K
%	0.19	2.70	1.72	0.21	1.45	1.52	0.09	0.44	1.15	0.15	0.92	0.33
kg/ha	2	32	21	9	62	65	18	90	232	16	97	35
P. Inund.	ns	≤ 0.02	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

P.: Probabilidad; ns: no significativo; P: Fósforo; N: Nitrógeno; K: Potasio

En Asia, concentraciones de P en paja menores a 0.6 g por kg en madurez del cultivo, indican que el P fue deficiente (Dobermann et al., 1998). Nuevamente, en el ensayo los valores obtenidos en paja a cosecha se mantuvieron por encima de 0.6 g por kg, independientemente del tratamiento de riego.

En cuanto a la concentración de P en grano, Nelson (1980), menciona valores promedios de 3 g por kg de grano, mientras que Dobermann et al. (1998), encontró que los valores de P en grano variaban entre 1.5 y 2.5 g/kg de grano, valores que coinciden con los del presente ensayo. Estos autores afirman que la concentración de P en grano es relativamente estable y que su control obedece más a un factor genético que a factores de manejo.

Como se puede observar en el cuadro 13, a cosecha no se encontró diferencias entre los tratamientos tanto para grano como para paja. En promedio, el cultivo retuvo (a nivel de grano y paja), 33.9 kg/ha de P, 187 kg/ha de N y 267 kg/ha de K. Si bien la cantidad de K absorbida es elevada, solamente un 14% de ese K se va del sistema en forma de grano. Estos resultados concuerdan con lo citado por De Datta (1985), en cuanto a que, a diferencia del P, la mayoría del K vuelve al sistema para ser reciclado en caso que no se retire la paja del campo.

Previo a la cosecha se realizó una lectura de enfermedades del tallo: podredumbre del tallo (*Sclerotium oryzae*) y mancha de vaina (*Rhizoctonia oryzae sativae*). A partir de estos datos se calculó el Índice de Grado de Severidad (IGS) para ambas



enfermedades (cuadro 14), el cual combina los conceptos de incidencia (porcentaje de tallos afectados) y severidad (altura a la que llega el ataque en los tallos afectados).

Se encontró diferencias significativas entre las variedades y entre los tratamientos de riego en los niveles de infección de *Sclerotium*, siendo la variedad EP 144 y el tratamiento de inundación 60 DDE, los más afectados. Sin embargo no se encontraron diferencias entre momentos de inundación en el IGS de *Rhizoctonia*.

Cuadro 14. Efecto del momento de inundación sobre el Índice de Grado de Severidad (IGS) de *Sclerotium* y de *Rhizoctonia* por variedad y por tratamiento de inundación, a cosecha

Variedad	IGS (%)			
	<i>Sclerotium</i>		<i>Rhizoctonia</i>	
INIA Olimar	11.3	b	21.8	b
EP 144	21.2	a	26.5	a
<b>Inund.(DDE)</b>				
15	14.9	bc	26.6	
15-30-45	14.4	bc	21.9	
30	12.5	c	22.6	
45	17.9	ab	24.8	
60	21.5	a	24.7	
<b>Fungicida</b>				
C/Fung	16.2		24.4	
S/Fung	16.3		23.8	
P. Var.	0.00		0.02	
P. Inund.	0.00		ns	
P. Fung	ns		ns	
P.Var.*Inund.	0.00		ns	
P.Var.*Fung	ns		ns	
P.Inund.*Fung	ns		ns	
P.Var*Inund.*Fung.	ns		ns	

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; ns: no significativo; P.Var.\*Inund.: interacción entre variedad y momento de inundación; P.Inund.\*Fung.: interacción entre momento de inundación y fungicida; P.Var\*Inund.\*Fung.: triple interacción. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05.

Dada la interacción encontrada entre variedad y momento de cosecha, se analizó la incidencia de *Sclerotium* por variedad, cuyos resultados se presentan en el cuadro 15. Se puede apreciar que el efecto del tratamiento de riego sobre el nivel de incidencia de la enfermedad se da únicamente, en la variedad EP 144, en donde el momento de inundación tardío es el que presenta el valor más alto de IGS. Esto no concuerda con estudios parcelarios anteriores (con las variedades El Paso 144,

INIA Tacuarí y Olimar), que han demostrado que para ambas enfermedades, los niveles de infección alcanzados en el tratamiento de inundación más temprana fueron significativamente superiores a los niveles registrados en el resto de los tratamientos. La mayor incidencia de *Sclerotium* en el tratamiento de inundación 60 DDE para EP 144, puede estar relacionada a la mayor cantidad de biomasa producida en el período de floración a cosecha, comentado anteriormente

Cuadro 15. Índice de Grado de Severidad de *Sclerotium* y de *Rhizoctonia*, para INIA Olimar y El Paso 144, con y sin fungicida

Inund. (DDE)	INIA Olimar	EP 144	
15	8.3	21.6	b
15-30-45	10.5	18.2	b
30	8.3	16.6	b
45	17.5	18.3	b
60	11.9	31.2	a
<b>Fungicida</b>			
C/Fung	11.6	20.8	
S/Fung	11.0	21.6	
Media	11.3	21.2	
Coef.var.	55	35	
P. Inund.	ns	0.00	
P. Fung	ns	ns	
P.Inund.*Fung	ns	ns	

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; ns: no significativo; P.Inund.\*Fung: interacción entre momento de inundación y fungicida. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0.05.

### Calidad de grano

Como se puede observar en el cuadro 16, hubo diferencias significativas entre las variedades, en los porcentajes de blanco total, entero y yesado. Por otra parte, el momento de inundación tuvo efecto solamente sobre el porcentaje de blanco total. El tratamiento de inundación 15 DDE fue el más afectado, si bien todos los tratamientos se encuentran por debajo de la base de comercialización del arroz en este parámetro (70%). Una vez más, no se detectó diferencias significativas entre los tratamientos en que se aplicó o no fungicida.

Cuadro 16. Calidad molinera.

Variedad	Blanco Total (%)	Entero (%)	Yesado (%)	Manchado (%)
INIA Olimar	68.4 b	60.0 b	4.3 b	0.00
EP 144	69.0 a	63.9 a	11.2 a	0.17
<b>Inund. (DDE)</b>				
15	68.1 c	62.3	6.0	0.05
15-30-45	68.6 bc	61.4	9.3	0.08
30	68.6 bc	62.0	7.9	0.07
45	69.0 ab	61.6	8.9	0.12
60	69.3 a	62.6	6.8	0.09
<b>Fungicida</b>				
C/Fung	68.8	61.9	8.2	0.08
S/Fung	68.7	62.1	7.4	0.09
P. Var.	0.01	0.02	0.00	ns
P. Inund.	0.02	ns	ns	ns
P. Fung	ns	ns	ns	ns
P.Var.*Inund.	ns	ns	ns	ns
P.Var*Fung	ns	ns	ns	ns
P.Inund.*Fung	ns	ns	ns	ns
P.Var*Inund.*Fung.	ns	ns	ns	ns

P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia; ns: no significativo; P.Var.\*Inund.: interacción entre variedad y momento de inundación; P.Inund.\*Fung.: interacción entre momento de inundación y fungicida; P.Var\*Inund.\*Fung.: triple interacción. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para  $P < 0.05$ .

## CONCLUSIONES

En las variedades INIA Olimar y El Paso 144, se observó un acortamiento del ciclo con el adelantamiento de la inundación. Las parcelas inundadas a los 15 DDE llegaron a cosecha, 31 y 25 días antes, que las inundadas a los 60 DDE, para la variedad INIA Olimar y El Paso 144, respectivamente.

En las áreas bajo el manejo de la inundación temprana pudo observarse un establecimiento más rápido del cultivo y cierre más temprano de la entrefila, comparado con las áreas manejadas con la inundación de 60 DDE.

El rendimiento promedio para INIA Olimar fue de 10557 kg/ha y para El Paso 144 fue de 10791 kg/ha, no existiendo un efecto claro del manejo de la inundación en el rendimiento final. La plasticidad observada en ambas variedades fue posible, en parte, por las condiciones climáticas favorables que se dieron para el desarrollo del cultivo de arroz en la zafra 2007/08.

No existió efecto del fungicida e interacción con riego sobre la productividad y la calidad molinera.

## BIBLIOGRAFÍA

Blanco, F.; Roel, A. 1996. Arroz, resultados experimentales 1995-1996; Riego; INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 103. pp. 1-10.

Casterá, F.; Deambrosi, E.; Méndez, R.; Roel, A. 2000. Arroz, Resultados experimentales 1999-00. Riego; Momento de Inundación y respuesta al nitrógeno, INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 224. Cap. 4. pp. 1-26.

Deambrosi, E.; Méndez, R.; Avila, S.; Roel, A. 2001. Arroz, resultados experimentales 2000-2001; Riego: interacción riego nutrición. Respuesta del arroz al agregado de nitrógeno en dos épocas de inundación con y sin aplicación preventiva de fungicida. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 257. Cap. 4. pp. 1-6.

De Datta, S. K., and Mikkelsen, D, S. 1985 Potassium nutrition of rice. En "Potassium in Agriculture". (R. D. Munson, Ed.), pp. 665-699. American Society of Agronomy, Madison, WI.

- Doberman, A., Cassman, K. G., Mamaril, C. P., and Sheehy, J. E. 1998. Management of phosphorus, potassium and sulfur in intensive, irrigated lowland rice. *Field Crops Res.* 56. 1-10
- Fageria N. K.; Slaton N.A.; and Baligar V.C.; 2003. Nutrient Management for Improving Lowland Rice Productivity and Sustainability. *Advances in Agronomy*, Volume 80.
- 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.
- Nelson, L. E. 1980. Phosphorus nutrition of cotton, peanuts, rice, sugarcane, and tobacco. En "The Role of Phosphorus in Agriculture". pp 693-736. Madison. WI
- Roel, A.; Blanco, F. 1997. Arroz, resultados experimentales 1996-1997; Riego; INIA Treinta y Tres. *Actividades de Difusión* N° 135. pp. 1-16.
- Roel, A. 1999. Arroz, Resultados experimentales 1998-99. Riego; manejo eficiente de la inundación, INIA Treinta y Tres. *Actividades de Difusión* N° 194. Cap. 4. pp. 1-11.
- Roel, A., Avila, S.; Casales, L. 2005. Arroz, Resultados experimentales 2004-2005. Riego. Efecto del momento de la inundación en INIA Olimar. INIA Treinta y Tres. *Actividades de Difusión* N° 118. Cap. 4. pp. 1-6.
- Roel, A., Avila, S.; Casales, L.; Molina, F. 2006. Riego en INIA Olimar. Arroz, Resultados experimentales 2005-2006. Efecto del momento de inundación con y sin fungicida en INIA Olimar. INIA Treinta y Tres. *Edición de emergencia* N° 418. Cap. 4. pp. 1-13.
- Singh B., Y. Singh, J.K. Ladha, K.F. Bronson, V. Balasubramanian, J. Singh, and C.S. Khind. 2002. Chlorophyll Meter and Leaf color chart-based nitrogen management for rice and wheat in NW India. *Agronomy Journal* 94:821-829.
- Turner F. T., and M. F. Jund. 1994. Assessing the nitrogen requirements of rice crops with a chlorophyll meter. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34, 1001-5.