

RIEGO

EFFECTO DEL MOMENTO DE LA INUNDACIÓN EN INIA OLIMAR

Federico Molina^{1/}, Alvaro Roel^{1/}, Stella Avila^{1/}, Luis Casales^{1/}

INTRODUCCIÓN

Trabajos realizados en la Estación Experimental del Este en la década del 80, con la variedad Bluebelle, indicaban que alrededor de los 45 días después de la emergencia era el momento más apropiado para inundar el cultivo. La aparición de nuevas variedades como El Paso 144 e INIA Tacuarí determinó la necesidad de evaluar el momento de inundación más apropiado. Durante la década del 90 y primeros años del 2000 se realizaron varios trabajos tendientes a evaluar el efecto de la inundación y su interacción con otros aspectos de manejo, como la fertilización y la incidencia de enfermedades y el control de malezas sobre los aspectos productivos y de calidad de grano. En general, se pudieron evaluar durante esos años ventajas en el adelantamiento del momento de inundación a fechas más tempranas que las previamente utilizadas (Blanco y Roel 1996).

Actualmente la nueva variedad INIA Olimar ocupa un 15% del área arroceras del Uruguay y ha entrado en el mercado con un paquete tecnológico que se ha ido adaptando en los últimos 4 años, dentro de éste podemos destacar el manejo del riego y sus interacciones siendo éste el punto central del trabajo. Desde la zafra 2004/05 se vienen realizando trabajos en esta área. Los resultados encontrados hasta el momento son diferentes a los encontrados con las demás variedades en el pasado; en el presente trabajo se presentan los resultados de la zafra 2006/07.

MATERIALES Y MÉTODOS

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

^{1/} INIA Treinta y Tres

Análisis de Suelo

pH (H ₂ O)	M.O. %	P. Bray I µg P/g	P. Cítrico µg P/g	K meq/100g
5.9	2.35	1.1	2.2	0.21

Fecha de Siembra: 10 de Octubre. 160 kg/ha semilla. Conjuntamente con la siembra se realizó una aplicación basal de 140 kg/ha de 18-46-0.

Diseño: Bloques al azar con cinco repeticiones en parcelas divididas.

Emergencia: 1 de Noviembre.

El 14 de Noviembre se realizó una aplicación de herbicida de Facet 1.4 l/ha + Propanil 3l/ha + Command 0.8 l/ha + Cyperex 250g

La fertilización nitrogenada, además de lo aplicado en la siembra, consistió en la aplicación de 50 kg/ha de Urea en seco previo a la los tratamientos de inundación y otros 60 kg/ha de Urea al primordio. Tanto la aplicación de la Urea al primordio como el resto del manejo de los diferentes tratamientos evaluados fueron realizados de acuerdo a la fenología del cultivo (Cuadro 1).

Cuando los tratamientos tenían entre 40 y 50% de la parcela florecida se aplicó fungicida Allegro a 1 l/ha (Kreosoxim-metil + Epoxiconazole) en la mitad de la parcela (parcela chica).

Determinaciones y Registros

Se evaluó incidencia de enfermedades al final del ciclo, rendimiento, calidad industrial y componentes del rendimiento. Los datos de las lecturas de enfermedades fueron utilizados para la confección de un Índice de Severidad (IS) para *Sclerotium oryzae* y

Rhizoctonia oryzae sativae. Este índice combina los conceptos de Incidencia y Severidad.

Se extrajeron muestras de planta a macollaje, primordio, floración y cosecha con el propósito de medir materia seca y nutrientes en planta. Paralelamente se realizaron conteos de tallos, mediciones de altura de planta y clorofila (SPAD).

Tratamientos de Riego (parcela grande):

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

Tratamiento 2: Inundación 15 DDE hasta los 30 DDE, retiro de agua. Vuelve a inundar a los 45 DDE

Tratamiento 3: Inundación 30 DDE

Tratamiento 4: Inundación 45 DDE

Tratamiento 5: Inundación 60 DDE

Tratamientos de Fungicida (parcela chica):

Tratamiento 1: Con fungicida

Tratamiento 2: Sin fungicida

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos de inundación evaluados afectaron la fenología del cultivo. En el cuadro 1 se presentan las fechas de los eventos fenológicos para los diferentes tratamientos de inundación.

Cuadro 1. Momento de los eventos fenológicos por tratamiento

Tratamiento Inundación (DDE)	Baños	Inundación	Primordio	Floración 50%	Finalización del Riego	Cosecha
15	-	16-Nov	21-Dic	23-Ene	18-Feb	8-Mar
15-30-45	-	16-Nov /16-Dic	28-Dic	1-Feb	26-Feb	20-Mar
30	21-Nov	1-Dic	26-Dic	29-Ene	23-Feb	14-Mar
45	21-Nov/8-Dic.	16-Dic	2-Ene	4-Ene	1-Mar	26-Mar
60	21-Nov/8-Dic. /15-Dic.	31-Dic	8-Ene	8-Feb	8-Mar	4-Abr

Nota: se determinó finalización de riego cuando las parcelas tenían el 80 % de las panojas con los 2/3 dorado

Las diferencias en la fenología del cultivo provocada por los tratamientos determinaron distintos momentos de finalización del riego y de la cosecha de los mismos. Se puede observar en el cuadro 1 una tendencia clara al acortamiento del ciclo con el adelantamiento de la inundación, al punto de lograr casi un mes de diferencia de ciclo a cosecha en los tratamientos extremos.

Evolución de la materia seca y cantidad de tallos

A los efectos de seguir la evolución de la materia seca y la cantidad de tallos para los diferentes momentos de inundación y tratamiento de fungicida se realizaron

varias mediciones a lo largo del ciclo del cultivo. El tratamiento con fungicida no mostró efecto en la cantidad de materia seca y tallos. Para el caso de momento de inundación se presenta la información en el cuadro 2. En el mismo se puede observar que no existieron diferencias significativas en la cantidad de plantas y tallos 9 DDE, 44DDE y a floración. En los casos que se detectaron diferencias los resultados no son agrónomicamente claros. Como tendencia general se podría decir que el tratamiento 15-30-45 el cual presentaba más plantas a la emergencia fue el que mostró menor número de panojas a cosecha. En resumen los tratamientos de riego no tuvieron un efecto consistente en el macollaje de las plantas.

Cuadro 2. Número de plantas, tallos y panojas por tratamiento en diferentes etapas fenológicas del cultivo

Inundación (DDE)	(9DDE) plantas/m ²	(44DDE) tallos/m ²	Primordio tallos/m ²	Floración tallos/m ²	Cosecha pan/m ²		
15	220	670	577	b	690	565	a
15-30-45	259	542	697	a	713	466	c
30	237	601	679	a	712	493	bc
45	236	586	695	a	765	541	ab
60	215	587	645	a	774	582	a
Media	233	597	659		731	529	
P. Bloque	ns	0.00	0.08		Ns	ns	
P. Inunda.	ns	ns	0.01		Ns	0.01	
CV. (%)	20	18	7		15	14	
MDS (P 0.05)	-	-	63		-	68	

MDS: Mínima diferencia significativa; P.: Probabilidad; CV: Coeficiente de variación; DDE: Días después de emergencia

En el cuadro 3 se presenta la cantidad de materia seca en diferentes etapas del cultivo. Se encontraron diferencias en todo los momentos evaluados. A los 44DDE es clara la ventaja que obtuvieron los momentos de inundación 15 y 30, con relación a los demás. Las diferencias en el contenido de materia seca están relacionadas a que a los 44DDE solamente estaban inundados los tratamientos 15 y 30. En el caso del tratamiento con inundación intermitente (15-30-45), la

cantidad de materia seca fue similar al tratamiento inundado a los 30 días lo cual es lógico debido a que al momento de muestreo los dos tratamientos tenían 15 días de inundados. Es importante destacar que el tratamiento inundado temprano (15 DDE), al momento de realizar el muestreo (44DDE) había cubierto todo el suelo y las entre hileras estaban cerradas a diferencia del tratamiento 60 el cual tenía 897 kg/ha menos de materia seca.

Cuadro 3. Cantidad de materia seca por tratamiento en las diferentes etapas fenológicas del cultivo

Inundación (DDE)	(44DDE) MS.kg/ha	Primordio MS. p.a kg/ha	Primordio MS. raíz kg/ha	Floración MS.kg/ha	Cosecha MS.kg/ha					
15	2078	a	3430	c	2306	b	11226	d	22113	c
15-30-45	1510	bc	4343	b	2678	b	12663	bc	33439	a
30	1664	ab	4142	b	2891	b	12003	cd	24951	bc
45	1066	cd	5640	a	2846	b	15285	a	26970	b
60	897	d	5581	a	3832	a	13588	b	25716	bc
Media	1443		4627		2911		12953		26470	
P. Bloque	ns		ns		ns		0.06		ns	
P. Inunda.	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
CV. (%)	25		11		14		8		12	
MDS (P 0.05)	480		685		553		1356		4529	

MDS: Mínima diferencia significativa; P.: Probabilidad; CV: Coeficiente de variación; DDE: Días después de emergencia; MS: Materia seca; p.a.: Parte aérea

Cuando se realizó el muestreo a primordio para cada tratamiento se evaluó, cantidad de materia seca en parte aérea y en raíz. Es importante resaltar que cuando se hace referencia a materia seca de raíz, comprende básicamente a las raíces que se encuentran en el horizonte "A" (0-20cm.).

Se encontró una diferencia importante de producción de materia seca en parte aérea a primordio, 3430 vs 5581 kg/ha M.S para las parcelas 15 y 60 respectivamente. Esta diferencia está explicada por los días transcurridos a primordio y no por la tasa diaria de crecimiento del cultivo (190 kg/ha M.S) en el período 44DDE - primordio de cada tratamiento. La evolución de la materia seca de raíz fue similar a la parte aérea logrando la mayor producción de la misma en el tratamiento inundado a los 60 días.

Tanto a floración como a cosecha la cantidad de materia seca varió según tratamiento, las parcelas que habían logrado mayor producción a primordio no

obtuvieron mayor producción a floración y cosecha. Se destacan los niveles de materia seca logrados por el tratamiento 15-30-45 a cosecha, redundando en un bajo índice de cosecha.

En general se puede apreciar una disminución de la materia seca producida con el atraso de la inundación, en etapas tempranas. Luego existe una disminución de estas diferencias, llegando a la cosecha con similares cantidades de materia seca producida, lo cual concuerda con lo encontrado en años anteriores a excepción del tratamiento 15-30-45.

Evolución de la Altura de Planta

En el cuadro 4 se presenta la evolución de la altura de planta durante el ciclo del cultivo. En este caso se puede observar una tendencia similar a la descrita para la producción de materia seca, a medida que se desarrolla el cultivo las notorias diferencias iniciales van disminuyendo entre los tratamientos.

Cuadro 4. Evolución de la altura de planta en diferentes momentos (cm)

Inundación (DDE)	65 DDE cm	79 DDE cm	92 DDE cm	100 DDE cm	128 DDE cm
15	72	84	83	88	73
15-30-45	66	82	81	90	73
30	69	80	82	90	74
45	63	78	79	88	73
60	52	69	75	86	73
Media	64	79	80	89	73
P. Bloque	0.02	0.01	0.01	ns	0.10
P. Inunda.	0.00	0.00	0.00	0.03	ns
CV. (%)	2.9	2.6	2.6	2.4	2.5
MDS (P 0.05)	2.5	2.7	2.8	2.9	2.4

MDS: Mínima diferencia significativa; P.: Probabilidad; CV: Coeficiente de variación; DDE: Días después de emergencia.

Efecto en el rendimiento y sus componentes

Para la variable rendimiento no se encontraron efectos significativos al momento de inundación ni a la interacción momento por fungicida logrando una media del ensayo de 10365 kg/ha. Dentro de los componentes de rendimiento, se encontró

efecto, para momento de inundación, en las panojas, peso de 1000 granos y esterilidad. Como se puede ver en el cuadro 5 el peso de grano de los tratamientos 15 y 30 fueron los más bajos (26.2 y 26.5 gramos respectivamente), esta diferencia de peso de grano no se ve reflejada en el rendimiento, debido al efecto compensatorio de los demás componentes.

Cuando se evaluó la sub-parcela, con y sin fungicida, solamente se encontró efecto en rendimiento a favor de la parcela con fungicida (10171 vs 10560 kg/ha), es importante destacar que los niveles de enfermedad no fueron altos pero a pesar de ésto se encontraron diferencias. En la zafra 2005/06 los niveles de enfermedades fueron bajos y no se detectaron diferentes en rendimiento a diferencia de este año (Cuadro 11).

Estudiando la interacción entre momento de inundación y fungicida, para los componentes de rendimiento no se encontró ningún efecto significativo. Los resultados en rendimiento concuerdan con los encontrados en los ensayos realizados

en el 2004/05 y 2005/06, donde no se encontró un efecto claro del momento de inundación sobre el rendimiento en grano. Por otro lado es importante destacar que las variedades El Paso 144 e INIA Tacuarí si han mostrado respuesta en rendimiento bajo diferentes momentos de inundación en la mayoría de los años, estudiados (Blanco y Roel). En resumen la variedad INIA Olimar se ha mostrado más plástica a los momentos de inundación y muestra una habilidad compensatoria importante a través de los componentes del rendimiento, logrando mantener el mismo rendimiento en grano en los últimos 3 años independientemente del momento de inundación.

Cuadro 5. Rendimiento y componentes

Inundación (DDE)	Rendimiento kg/ha	I.C. %	Panojas /m2	Gr totales /panoja	Esterilidad %	Peso de 1000 Granos			
15	10354	0.47	565	a	131	15	a	26.2	c
15-30-45	10935	0.33	466	b	135	10	a	29.3	ab
30	10096	0.42	493	b	142	18	a	26.5	c
45	9546	0.36	541	a	129	14	a	28.4	b
60	10896	0.43	582	a	123	11	b	29.5	a
C/ Fung	10560	a	0.42	542	132	14		27.9	
S/ Fung	10171	b	0.38	517	132	14		28.1	
Media	10365		0.40	529	132	14		28.0	
P. Inunda.	0.10		0.00	0.01	ns	0.04		0.00	
MDS (P 0.05)	-		0.08	67.8	-	5.25		0.97	
P Fungicida	0.04		ns	ns	ns	ns		ns	
P. Inund*Fung	ns		ns	ns	ns	ns		ns	
CV. (%)	5.9		9.9	13.9	10.8	32		2.2	

MDS: Mínima diferencia significativa; P.: Probabilidad; I.C.: Índice de cosecha; CV: Coeficiente de variación DDE: Días después de emergencia

Efectos en el contenido de Clorofila y Nutrientes

La lectura de SPAD (Cuadro 6) a lo largo del ciclo del cultivo presentó diferencias significativas. En macollaje, los tratamientos que no estaban inundados al momento de realizar las determinaciones, fueron los que presentaron valores más altos. Cuando el cultivo llegó a primordio se pueden ver algunas diferencias entre el contenido de clorofila, donde los valores más altos los obtuvieron los tratamientos inundados más temprano. Es importante resaltar que para el caso de las determinaciones a tiempo fijo (37, 44,100 DDE) la cantidad de materia

seca para cada tratamiento y el estado fenológico son diferentes.

De acuerdo a revisiones de Turner y Jund (1994), valores de lectura de SPAD por encima de 40 en el cultivo de arroz durante primordio, en las condiciones de Texas, para el cultivar Lemont, se asociaron a niveles de suficiencia de N en planta en ese cultivo. Por otro lado Singh et al (2002) reportan valores críticos de 37 al inicio de elongación para las condiciones de India. Los valores obtenidos en el experimento son similares a los encontrados por estos autores.

Cuadro 6. Evolución del Contenido de clorofila medido mediante SPAD

Inundación (DDE)	Contenido de Clorofila (SPAD)							
	(37DDE)		(44DDE)		Primordio		(100DDE)	
15	33.6	bc	35.4	b	37.8	a	29.9	bc
15-30-45	32.0	c	35.6	b	36.3	a	31.5	abc
30	35.5	ab	37.0	b	34.8	bc	29.1	c
45	37.7	a	40.7	a	34.4	c	33.0	ab
60	37.8	a	41.2	a	35.8	b	34.1	a
Media	35		38		36		32	
P. Bloque	ns		0.01		ns		ns	
P. Inunda.	0.00		0.00		0.00		0.02	
CV. (%)	6.4		3.7		2.7		7.5	
MDS (P 0.05)	3.0		1.9		1.3		3.2	

MDS: Mínima diferencia significativa; P.: Probabilidad; CV: Coeficiente de variación; DDE: Días después de emergencia.

En el cuadro 7 se presenta el contenido de nitrógeno para diferentes etapas del cultivo y la absorción por hectárea. Como se puede observar en el cuadro, a macollaje (44DDE) se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de nitrógeno a favor de la inundación tardía (60DDE), cuando se pasa al contenido de nitrógeno

por hectárea la tendencia se invierte, encontrándose más nitrógeno por hectárea en la inundación temprana (43 kg/ha). Estos resultados están explicados por la mayor acumulación de materia seca en los tratamientos inundados tempranos, logrando el cultivo un mejor desarrollo y más absorción de nitrógeno por hectárea.

Cuadro 7. Evolución del contenido de Nitrógeno (N) en diferentes etapas del cultivo

Inundación (DDE)	Vegetativo								Cosecha				
	Macollaje				Primordio				Paja		Grano		
	% N	N kg/ha	% N	N kg/ha	% N	N kg/ha	% N	N kg/ha	% N	N kg/ha			
15	2.18	bc	43.3	a	1.54	a	52.8	0.57	ab	54.5	c	1.06	107
15-30-45	2.04	c	30.7	bc	1.47	a	63.9	0.56	ab	129.3	a	1.07	114
30	2.06	c	34.0	b	1.45	a	60.0	0.52	b	84.6	bc	1.07	106
45	2.46	ab	25.8	c	1.27	b	72.2	0.59	a	103.8	ab	1.07	102
60	2.62	a	23.0	c	1.19	b	66.7	0.55	ab	87.7	bc	1.07	114
Media	2.27		31.4		1.38		63.1	0.56		92.0		1.07	109
P. Bloque	ns		ns		0.06		ns	0.00		ns		ns	ns
P. Inunda.	0.01		0.00		0.00		0.08	0.04		0.00		ns	ns
MDS (P 0.05)	0.33		8.13		0.15		-	0.05		29.8		-	-
CV. (%)	10.9		19.3		8.4		16.1	6.3		24.1		6.5	11.5

MDS: Mínima diferencia significativa; P.: Probabilidad; CV: Coeficiente de variación; DDE: Días después de emergencia.

Las determinaciones a primordio (tiempo variable) muestran menores porcentajes de nitrógeno para la inundación tardía, situación que se revierte al pasar los valores, a nitrógeno por hectárea, no encontrándose diferencias entre los tratamientos. Es importante destacar que los valores de nitrógeno encontrados en planta tanto a macollaje como a primordio

son valores cercanos a los niveles críticos manejados en la literatura. Fageria et al 2003, en una revisión bibliográfica referente a nitrógeno manejan como nivel crítico 25 g N kg de materia seca a macollaje.

Al fin de ciclo del arroz (cosecha), en la paja de arroz se encontraron diferencias en el porcentaje de nitrógeno y en los

kilogramos de nitrógeno por hectárea. Como se puede ver en el cuadro 7 los resultados están más asociados al contenido de materia seca a cosecha que al

nitrógeno propiamente dicho. En cuanto al contenido de nitrógeno en grano no se reportaron diferencias importantes.

Cuadro 8. Evolución del contenido de Fósforo (P) en diferentes etapas del cultivo

Inundación (DDE)	Vegetativo				Cosecha								
	Macollaje		Primordio		Paja		Grano						
	% P	P kg/ha	% P	P kg/ha	% P	P kg/ha	% P	P kg/ha					
15	0.23	4.9	a	0.23	a	7.9	b	0.10	ab	9.9	c	0.19	20.0
15-30-45	0.17	2.5	bc	0.19	b	8.3	b	0.09	b	21.8	a	0.21	22.5
30	0.21	3.6	ab	0.22	a	8.9	b	0.09	b	14.5	bc	0.21	21.4
45	0.20	2.1	c	0.22	a	12.4	a	0.11	a	19.4	ab	0.23	21.5
60	0.17	1.5	c	0.16	c	8.7	b	0.09	b	14.2	c	0.20	20.7
Media	0.20	2.9		0.20		9.2		0.10		16.0		0.21	21.2
P. Bloque	ns	ns		ns		ns		0.05		ns		ns	ns
P. Inunda.	0.08	0.00		0.00		0.00		0.02		0.00		ns	ns
MDS (P 0.05)	-	1.36		0.02		1.88		0.01		4.9		-	-
CV. (%)	18.2	34.7		8.3		15.2		11.2		23.1		11.5	18.4

MDS: Mínima diferencia significativa; P.: Probabilidad; CV: Coeficiente de variación; DDE: Días después de emergencia.

En el cuadro 8 se presenta la evolución del P en planta y la absorción por hectárea. En él se aprecia que existieron diferencias en los momentos de muestreos entre los tratamientos. A macollaje el tratamiento inundado a los 15 días tenía 4.9 kg/ha de P mientras el tratamiento inundado a los 60 días tenía 1.5 kg/ha. Estas diferencias en la cantidad de P van disminuyendo a primordio, al punto de no encontrarse diferencias entre los tratamientos más extremos (15 vs 60 DDE).

Según Fageria et al 2003, en general el valor crítico de P en planta en el estado vegetativo son de 1 a 2 g de P por kilogramo de materia seca. Estos mismos autores mencionan, que la disminución en la concentración de P durante el desarrollo inicial de la planta es debida probablemente al rápido incremento en la acumulación de materia seca, el cual disminuye la concentración de P en los tejidos antes de que el P absorbido en los tejidos pueda registrar un aumento. Los valores de P del ensayo se mantuvieron dentro del rango que mencionan estos autores, lo cual indica que este factor no sería una limitante para obtener altos rendimientos independientemente del tratamiento de riego.

En Asia, concertaciones de P en paja menores a 0.6 g/kg en madurez del cultivo, indican que el P fue deficiente (Dobermann et al, 1998). Según Fageria et al 2003, estos valores parecen muy bajos para las condiciones de Estados Unidos, sugiriendo valores más altos. En el ensayo en cuestión los valores en paja a cosecha se mantuvieron por encima de 0.6 g/kg independientemente del tratamiento de riego.

En cuanto a la concentración de P en grano, Nelson 1980, menciona valores promedios de 3 g/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. Los valores citados por Dobermann et al 1998, son similares a los encontrados en los tratamientos de riego, no encontrándose diferencia entre los mismos.

Estos mismos autores encontraron que la concertación de P en grano es relativamente estable y que su control obedece más a un factor genético que a factores de manejo.

Cuadro 9. Evolución del contenido de Potasio (K) en diferentes etapas del cultivo

Inundación (DDE)	Vegetativo				Cosecha			
	Macollaje		Primordio		Paja		Grano	
	% K	K kg/ha	% K	K kg/ha	% K	K kg/ha	% K	K kg/ha
15	2.02 ab	42.5 a	1.88	65.1 c	1.21	208	0.29	29.2
15-30-45	2.12 a	31.9 b	1.82	79.0 abc	1.05	175	0.32	34.5
30	1.86 b	30.7 b	1.87	77.3 bc	1.27	215	0.33	34.3
45	1.92 b	20.1 c	1.70	96.4 ab	1.04	159	0.33	33.1
60	2.04 ab	18.2 c	1.75	97.5 a	1.04	156	0.30	28.3
Media	1.99	28.7	1.80	83.1	1.12	183	0.31	31.9
P. Bloque	0.07	0.22	0.27	0.34	0.04	0.08	0.73	0.85
P. Inunda.	0.05	0.00	0.73	0.02	0.06	0.31	0.80	0.62
MDS (P 0.05)	0.18	9.07	0.32	20.12	0.2	71.4	0.1	10.72
CV. (%)	6.7	23.6	13.3	18.1	13.0	29.1	23.4	25.1

MDS: Mínima diferencia significativa; P.: Probabilidad; CV: Coeficiente de variación; DDE: Días después de emergencia.

En el cuadro 9 se presenta la evolución del contenido de potasio en tres etapas del cultivo para los diferentes tratamientos. En el período vegetativo se encontraron diferencias entre tratamientos, como se puede ver en el cuadro. A macollaje el contenido de potasio varió según momento de inundación, estas diferencias básicamente son atribuibles a las diferentes cantidades de materia seca por efecto del riego. En primordio, al igual que para los otros nutrientes, se van minimizando las diferencias, no encontrándose efecto en el porcentaje de potasio pero si en los kilogramos por hectárea.

A cosecha no se encontraron diferencias entre los tratamientos tanto para grano como para paja. Se puede observar que la cantidad total absorbida por el cultivo supero los 200 kg/ha de potasio. Si bien la cantidad es elevada, solamente un 25% de ese potasio se va del sistema en forma de grano. Estos resultados concuerdan con lo

citado por la literatura internacional donde mencionan 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 (De Datta 1985).

Balance simple de Nitrógeno y Fósforo

Con el propósito de tener una aproximación de la aplicación y extracción de nutrientes del ensayo en términos promedios, se realizó un balance "simple" de nutrientes. Es importante mencionar que el mismo solamente se limita a considerar las fuentes de N y P aportadas por el fertilizante y las extracciones medidas como cantidad de nutrientes (N y P) a cosecha en paja y grano. En el cuadro 9 se puede ver la cantidad de N y P aportado por la aplicación de 140 kg/ha de 18-46-00 y la cobertura de urea de 50 kg/ha a macollaje y 60 kg/ha a primordio.

Cuadro 10. Nutrientes aplicados y nutrientes extraídos por el cultivo

Aplicación	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Extraído	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha
Basal	25	28	Paja	92	16
Cobertura	51	-	Grano	109	21
Total	76	28	Total	201	37

Si se considera lo que efectivamente sale del campo (grano), este enfoque permite una aproximación a un balance simple de nutrientes. Donde se puede ver que el

balance de P fue positivo en 7 kg de P por hectárea y negativo (-33 kg/ha N), desde el punto de vista de nitrógeno.

Morón 2007, (sin publicar) encontró resultados similares, obteniendo un balance negativo de 28 kg/ha de N y positivo en P (2.2 kg/ha).

Enfermedades

Previo a la cosecha se realizó una lectura de enfermedades del tallo (Mancha de vainas y Podredumbre del tallo) en todas las parcelas. Los datos de esta lectura fueron utilizados para la construcción de un Índice de Severidad (IS) para Rhizoctonia y Sclerotium, cuya formula es la siguiente:

$$IS = ((0A + B + 2C + 3D + 4E) / 4n) * 100$$

- A = % Tallos sin síntomas
- B = % Tallos con grado 1 y 3
- C = % Tallos con grado 5
- D = % Tallos con grado 7
- E = % Tallos con grado 9
- A + B + C + D + E = n = 100

Cuadro 11. Índice de Rhizoctonia y Sclerotium

Inundación (DDE)	IS % Scle	IS % Rhiz
15	4.6	6.8
15-30-45	4.0	6.7
30	2.4	7.1
45	1.1	6.4
60	2.6	4.2
C/ Fung	2.0	4.1
S/ Fung	3.8	8.4
Media	2.9	6.2
P. Inunda.	ns	ns
P. Fung.	0.03	0.01
P. Inund*Fung	ns	ns

MDS: Mínima diferencia significativa; P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia.

Este índice combina los conceptos de incidencia (porcentaje de individuos de tallos atacados) y Severidad (altura a la que llega el ataque en los tallos afectados). Como puede apreciarse en el Cuadro 11 no existieron diferencias significativas en los niveles de infección de ambas enfermedades en los diferentes tratamientos de inundación evaluados. Para Sclerotium los niveles de infección alcanzados en el tratamiento de inundación más temprana fueron superiores a los

niveles alcanzados en el resto de los tratamientos pero no significativos. Existió efecto fungicida a nivel de enfermedades pero los valores registrados fueron muy bajos.

Calidad de Grano

Cuadro 12. Calidad molinera

Inundación (DDE)	Blanco Total %	Entero %	Yesado %
15	66.4	61.6	1.4
15-30-45	66.9	64.4	2.1
30	66.9	64.4	2.0
45	68.1	63.6	1.2
60	66.8	60.6	4.4
C/ Fung	67.0	63.2	2.3
S/ Fung	67.0	62.7	2.1
Media	67.0	62.9	2.2
P. Inundación	ns	0.00	0.00
MDS (P 0.05)	-	0.7	0.3
P. Fung.	ns	ns	ns
P. Inund*Fung	ns	ns	ns

MDS: Mínima diferencia significativa; P.: Probabilidad; DDE: Días después de emergencia.

En cuadro 12 se presentan los parámetros de calidad de grano. Como se puede apreciar en este cuadro no existieron diferencias entre los porcentajes de Blanco Total alcanzados en los diferentes tratamientos de riego. Para porcentaje de grano entero y yeso se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos inundados temprano o tarde (15 y 60 DDE) fueron los que presentaron menores porcentajes de entero (61.6 y 60.6% respectivamente), de todas forma estos porcentajes están por encima de la base de comercialización del arroz.

CONCLUSIONES

Los tratamientos de riego tuvieron un marcado efecto en la fenología del cultivo. Las parcelas inundadas a los 15 días después de emergencia llegaron a cosecha 30 días antes que las inundadas a los 60 días.

No se apreciaron efectos importantes en los tallos por metro cuadrado. Al inicio del ciclo del cultivo se registraron diferencias en materia seca y altura de planta, estas diferencias fueron desapareciendo a lo largo del ciclo.

Los momentos de inundación no tuvieron efecto en el rendimiento en grano logrando todos ellos buena productividad (10365 kg/ha en promedio) independientemente del manejo del agua. La aplicación de fungicida tuvo efecto positivo en el rendimiento (390 kg/ha) a pesar de registrarse bajos índices de enfermedades.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece muy particularmente a todo el equipo de trabajo de la sección Paso de la Laguna por su calidad humana y contribución en este trabajo.

Al equipo de edición e impresión de la publicación, por sus correcciones y valiosas sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

Blanco, F.; Roel, A. 1992. Arroz, Resultados experimentales 1991-1992; Riego; Momento de Inundación, INIA Treinta y Tres. Cap. 6. pp. 1-25.

Blanco, F.; Roel, A. 1994. Arroz, Resultados experimentales 1993-1994; Riego; Momento de Inundación, INIA Treinta y Tres. Tomo II, Cap. 8. pp. 1-25.

Blanco, F.; Roel, A. 1995. Arroz, Resultados experimentales 1994-1995; Riego; Momento de Inundación, INIA Treinta y Tres. Cap. 10. pp. 1-23.

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

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.

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.

Singh B., Y. Singh, J.K. Ladha, K.F. Bronson, V. Balasubramanian, J. Singh, and C.S. Khind. 2002. Chlorophyll Metter 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.