RESULTADOS EXPERIMENTALES 2001-2002

VOLUMEN XI

FUNDACIÓN PROARROZ

INTA

RESULTADOS EXPERIMENTALES

2001-2002

Publicación Editada por INTA EEA C. del Uruguay y Fundación Proarroz

COORDINACIÓN EDITORIAL
Américo Schvartzman

DISEÑO GRÁFICO Y COMPOSICIÓN
Américo Schvartzman y Rubén Aguilar
Tel. 03442-432184 / 15541494 / elmiercoles@entrerios2000.com

IMPRESIÓN
Artes Gráficas Yusty S.R.L.

De esta edición se han impreso 250 ejemplares en agosto de 2002, en Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

CONTENIDO

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ARROZ

MANEJO DEL CULTIVO DE ARROZ

PRÓLOGO

La cadena agroalimentaria del arroz se ha comprometido mediante su aporte económico a sostener un sistema de investigación que genere tecnología para todos los integrantes de la cadena. Esa es la expresión de una filosofía que ha animado a cada uno de los fundadores de la FUNDACION PROARROZ. Pero lo más importante y factor imprescindible, ha sido la acción de los hombres y mujeres que trabajan para y por los objetivos de la organización.

Entre ellos contábamos con el valioso trabajo que realizaba el ***Dr. Horacio J. Roca****, desde diferentes estamentos de decisión. Su incansable dedicación para defender y mejorar al sector arrocero lo distinguió entre sus pares al punto de ser reconocido por todos los actores de esta cadena independientemente de su extracción política o sectorial.*

La desaparición física de Horacio, nos genera una ausencia en nuestros afectos pero nos deja su ejemplar presencia en los principios que defendió para todos nosotros y nos toca continuar.

Hoy queremos ofrecer un sentido homenaje a quien fue pilar de esta FUNDACION y dedicar este volumen a quien creyó en la tecnología como herramienta de superación al mismo tiempo que fue un excelente compañero de trabajo.

FUNDACIÓN PROARROZ

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ARROZ

ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO REGIONAL

Livore, A.B.[1]; Del Canto, R.[2]; Reggiardo, O.[2]; Ojeda, J.[2]; Figueroa E.[3] y Marín, A.[4]

1- EEA INTA C. del Uruguay.
2- Actividad privada
3- EEA INTA Mercedes (Ctes.)
4- EEA INTA El Sombrerito (Ctes.)

Introducción

El programa de mejoramiento de arroz del INTA conducido en la EEA Concepción del Uruguay tiene la responsabilidad de generar materiales promisorios para toda la región arrocera argentina. Para una mayor eficiencia y rapidez de respuesta a las demandas de la cadena agroalimentaria arroz se han incorporado metodologías de avanzada, como el cultivo de anteras y la utilización de marcadores moleculares para asistir a la selección, en apoyo a la metodología tradicional de trabajo.

La estimación de la relación genotipo ambiente para los parámetros de rendimiento agrícola y calidad, es de vital importancia para llevar adelante un programa de mejoramiento. Las variaciones debidas a los efectos del año, localidad y fecha de siembra, hacen necesario que se evalúen los nuevos materiales generados en los programas de mejoramiento, en las diferentes condiciones de ambiente. Dada las diferentes características de las regiones destino de nuestro trabajo se ha ampliado el número de localidades a la provincia de Corrientes.

Los resultados de estos ensayos no sólo sirven para ponderar la relación genotipo ambiente, sino también para producir información acerca de qué genotipos serán los más apropiados para esos ambientes.

En esta oportunidad se han incluido cultivares elegidos en conjunto con los representantes técnicos de la producción, líneas promisorias provenientes del plan de mejoramiento de la EEA C. del Uruguay, la Facultad de Agronomía de la UNLP, La Arrocera Argentina, de Louisiana State University y del IRGA Brasil.

Objetivo

Caracterizar el comportamiento agrofenológico de las plantas y la calidad industrial y físico química del grano de cultivares y líneas promisorias en diferentes condiciones de ambiente.

Materiales y Métodos

Se realizaron cuatro ensayos distribuidos en tres departamentos: Dpto. Uruguay, Dpto. Concordia, Dpto. Federación en la provincia de Entre Ríos y dos ensayos en las

localidades de Mercedes y El Sombrerito en la provincia de Corrientes. La fecha de siembra y nacimiento de cada ensayo está señalada en el detalle de resultados de cada uno de ellos.

El suelo fue fertilizado con fosfato diamónico en dosis de 100 kg./ha. Todos los cultivares y líneas recibieron una fertilización nitrogenada con urea de 50 kg./ha en macollaje y 50kg/ha en diferenciación en las localidades de Entre Ríos. En los ensayos ubicados en las localidades de Corrientes se aplicaron fertilizantes y dosis de acuerdo a cada tipo de suelo, que se señala en cada uno de ellos.

Los participantes de los ensayos conformaron un solo grupo a diferencia de años anteriores dado que se deseaba comparar rendimiento y calidad con los testigos tropicales. El conjunto fue analizado estadísticamente en todos los ensayos. Los tests de medias que se presentan en los cuadros señalan las diferencias dentro del conjunto de participantes.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones, dos repeticiones fueron fertilizadas y dos sin fertilizar para evaluar respuesta diferencial de los participantes en las localidades de Entre Ríos. En Mercedes y El Sombrerito se detalla la fertilización en cada ensayo. La variable rendimiento agrícola (kg./ha) fue analizada por el paquete estadístico SAS. Se evaluaron caracteres agrofitofenológicos, enfermedades, rendimiento industrial y los parámetros de calidad de cocción: % de amilosa y temperatura de gelatinización.

Las determinaciones y observaciones registradas fueron las siguientes: fecha de siembra, fecha de emergencia 50%, fecha de floración 50%, altura, rendimiento agrícola, desgrane, grano entero, grano total, granos panza blanca, granos yesosos, porcentaje de amilosa, temperatura de gelatinización, enfermedades y excersión de panoja. Se calculó el «Factor» y el rendimiento ajustado por el mismo, sobre las bases estatutarias. (Norma de calidad para la comercialización de arroz cáscara).

Se cosechó una superficie de 3,6 m^2. Las muestras para evaluar calidad industrial, fueron procesadas en un molinillo experimental OLMIA y el porcentaje de amilosa se determinó según el método simplificado de Juliano 1971.

RESULTADOS

ECRR EEA 1ra. Época

La Fecha de siembra fue el 21/IX/2001 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 10/X/2001.

El análisis de suelo arrojó los siguientes valores para los parámetros químicos más importantes: fósforo, 21.1 ppm; Materia orgánica, 1.86 %; Nitrógeno total, 0.104 %; pH, 5.8, indicando un suelo con una baja provisión de Nitrógeno y M.O.

El grupo de cultivares y líneas tropicales tuvo un promedio general de 8619 kg./ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 12%. El promedio fue similar al obtenido el año anterior por el grupo de líneas americanas en esta época de

siembra lo cual indica que los cultivares y líneas tropicales no se destacaron y por el contrario obtienen rendimientos menores que la campaña anterior. La radiación y temperaturas medias durante el período fisiológico de máxima producción de biomasa fueron relativamente bajas y ejercen un mayor impacto en los genotipos de mayor potencial de rendimiento. Como resultado se obtiene una tabla continua de valores sin diferencia significativa entre los participantes excepto los dos últimos.

El cultivar IRGA 417 lidera el grupo de mayor rendimiento agrícola junto con el cultivar Don Ignacio, las líneas de cultivo de anteras 5295 y 4774, El Paso 144 y RP2. El cultivar El Paso 144 mostró vuelco parcial en las cuatro repeticiones y todos los participantes de origen tropical, (El Paso144, RP2 y Ant 4774), presentaron síntomas de ataque del hongo *Pyricularia grísea* en hoja, durante los días de condiciones templadas de temperatura de noviembre y diciembre. No se presentaron síntomas visibles de esta enfermedad al momento fisiológico de madurez.

La línea de tipo de planta tropical Ant 4774 tuvo un excelente rendimiento agrícola, es de aproximadamente 5 días más precoz que el cultivar El Paso144, obtiene un valor promedio superior de % de grano entero, menor % de granos panza blanca y yesoso que le permiten lograr un factor de 107.8. Considerando la variable rendimiento corregido por factor resulta el mejor participante de origen tropical después del cultivar Don Ignacio que es de tipo americano. Este cultivar, (Don Ignacio), también tuvo una excelente perfomance tanto en rendimiento agrícola como en su calidad. (Cuadro 1)

El cultivar Cocodrie y la línea tolerante a imidazolinonas Cr. 1713 fueron los participantes de ciclo más corto y maduración rápida. Aproximadamente 6 días más precoces que el cultivar El Paso 144 que floreció a los 101 días desde el nacimiento.

En esta red de ensayos se incluyeron materiales que tienen incorporada una fuente de tolerancia a los herbicidas del grupo de las imidazolinonas (Cypress Chaco, Cr. 1812 y Cr 1713). Sus rendimientos fueron similares y menores, dependiendo de la línea, a los de origen tropical aunque todos de excelente calidad industrial. El Cypress presenta un alto porcentaje de granos panza blanca pero su tamaño de grano relativamente pequeño y su resistencia al quebrado le permiten obtener un alto factor.

Si bien el cultivar Don Juan presenta el valor más alto de factor, su rendimiento agrícola fue relativamente bajo y es superado por el resto de los cultivares de tipo americano.

Cuadro 1. ECRR EEA 1ra. Época.

Cultivar	Ciclo	Rendimiento Kg/ha		G.Entero %	G.Total %	G.Panza Blanca %	G. Yesoso %	Factor De corr.	Rendimiento Corr./factor
IRGA 417	96	9487	a	61,45	67,80	4,80	0,061	101,5	9625
Don Ignacio*	101	9239	ab	65,30	69,50	3,22	0,349	108,5	10023
Ant. 5295 99-00	99	9228	ab	58,80	68,70	5,17	0,163	99,3	9166
Ant. 4774 99-00	96	9136	ab	64,75	68,70	2,70	0,051	107,8	9844
El Paso 144	101	9108	ab	60,95	67,50	5,34	0,132	100,1	9118
RP2	97	9021	ab	57,80	67,40	10,59	0,046	91,6	8264
Ant. 4813 99-00	100	8921	ab	58,05	67,90	6,16	0,459	96,6	8616
Cypress Chaco	105	8844	ab	68,75	71,05	8,17	0,095	108,6	9607
Cr. 1812 99-00	100	8680	ab	63,45	67,90	3,14	0,000	105,2	9132
Cocodrie	97	8601	ab	68,15	70,75	5,63	0,094	110	9485
Cr. 1713 99-00	95	8093	abc	65,90	69,95	6,60	0,078	106,3	8599
Don Juan INTA	101	7728	bc	65,80	69,35	2,02	0,039	110,1	8511
Cr. 360 99-00	96	7654	bc	58,55	67,15	3,59	0,058	99,1	7585
Ant. 5360 99-00	95	6467	c	49,15	67,25	1,13	0,000	92,3	5967

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan (P > 0.05)

En cuanto a la calidad culinaria, la línea Ant 4774 presenta las características de alto porcentaje de amilosa y temperatura de gelatinización baja como los cultivares tropicales. El resto de las líneas son de calidad americana con porcentaje de amilosa y temperatura de gelatinización intermedia, a excepción de la línea Ant 5360 que presenta alto porcentaje de amilosa y temperatura de gelatinización intermedia (Cuadro 2).

Cuadro 2. Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test

Cultivar	Amilosa %	Alkali Test
El Paso 144	28,8	7
RP2	29,5	7,0
Cypress Chaco	24,8	2,6
Cr. 1812 99-00	25,3	2,0
IRGA 417	28,8	4,3
Don Ignacio	24,8	2,3
Don Juan INTA	24,5	3
Cocodrie	24,5	2,2
Cr. 1713 99-00	25	2,2
Cr. 360 99-00	26,1	2,3
Ant. 4774 99-00	27,9	7,0
Ant. 5295 99-00	25,5	6,8
Ant. 5360 99-00	27,3	3,5
Ant. 4813 99-00	25,3	2,3

ECRR EEA 2da. Época.

La fecha de siembra fue el 24/X/2001 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 6/XI/2001.

Los valores de los parámetros químicos evaluados del suelo fueron: Fósforo 22,2 ppm; Materia orgánica, 1,95 %; Nitrógeno total 0.117 %; pH 6,1, indicando al igual que en la

época de siembra anterior una baja disponibilidad de N y bajo contenido de MO.

El promedio general del grupo de los cultivares fue de 7324 kg./ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 13,56% Se puede verificar que en la misma localidad y con los mismos participantes se reduce el promedio de rendimiento respecto al ensayo anterior, debido a la época de siembra.

El número de días de nacimiento a floración se redujo en general, así como la diferencia entre participantes respecto de la primera época de siembra. El testigo de referencia El Paso 144 logro el 50 % de floración a los 93 días, una semana antes que en la primera época de siembra.

El cv. El Paso 144 presentó podredumbre de tallo sin vuelco en las 4 repeticiones mientras que el cv. RP2 sólo en tres repeticiones. En general todos los participantes presentaron síntomas de podredumbre de tallo causado por *Sclerotium oryzae* y/o podredumbre de corona causada por *Gaeumannomyces graminis* y quemado de cuello o raquis causado por *Pyricularia grísea*.

Los participantes más destacados fueron los dos testigos, seguidos por la línea Ant 4774, IRGA 417 sin diferencia estadísticamente significativa. La línea Ant 4774 presentó una baja población de plantas inicialmente que no le permitió expresar su potencial de rendimiento. A pesar de eso, reduce su diferencia con los testigos cuando se considera el factor de calidad. Su factor en esta época de siembra es menor que en la anterior debido a un menor porcentaje de grano entero y grano total pero mantiene su característica de bajo porcentaje de granos panza blanca y yesoso.

Los cultivares Cypress, Don Juan INTA, Cocodrie y la línea tolerante a imidazolinonas Cr 1713 obtienen los valores más altos de factor de acuerdo a su condición de grano tipo americano. De todos ellos el cultivar Don Juan INTA es el que logra un rendimiento corregido por factor, igual a la línea tropical Ant 4774.

Cuadro 3. **ECRR EEA 2da. Época.**

Cultivar	Ciclo	Rendimiento Kg/ha		G.Entero %	G.Total %	G.Panza Blanca %	G. Yesoso %	Factor De corr.	Rendimiento Corr./factor
RP2	88	9663	a	60,3	67,55	9,38	0,012	95,5	9225
El Paso 144	93	9553	ab	64,6	68,3	9,32	0,166	100,6	9609
Ant. 4774 99-00	90	8443	abc	61,3	66,75	2,74	0,048	102,3	8638
IRGA 417	88	8212	abc	63,2	66,9	4,33	0,063	102,8	8439
Don Juan INTA	89	7954	bc	66,2	69,5	3,55	0,144	109,1	8681
Cypress Chaco	95	7270	c	68,1	70,3	3,62	0,122	111,8	8126
Don Ignacio	89	7254	c	63,7	67,4	5,18	0,215	102,9	7466
Cr. 1713 99-00	88	7135	c	64,3	69,35	4,34	0,330	106,2	7579
Ant. 4813 99-00	90	7070	c	41,65	64,4	4,03	0,531	77,1	5449
Ant. 5295 99-00	91	7018	c	51,4	67,35	7,57	0,133	88,2	6188
Cr. 1812 99-00	92	6952	c	57,75	66,45	3,43	0,000	97,8	6797
Cr. 360 99-00	89	5384	d	57,95	66,4	7,40	0,104	93,9	5058
Ant. 5360 99-00	85	5084	d	39,9	67,85	1,87	0,000	80,3	4084
Cocodrie	89	5013	d	65,35	69,5	5,33	0,247	106,5	5339

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan (P > 0.05)

Los parámetros de calidad culinaria se mantienen con los mismos valores que en la primera época de siembra excepto para la línea Ant 5360 que presenta el perfil de grano tipo americano en esta época. (Cuadro 4)

Cuadro 4. **Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test**

Cultivar	Amilosa %	Alkali Test
El Paso 144	28,60	7,0
RP2	29,90	7,0
Cypress Chaco	23,50	3,3
Cr. 1812 99-00	25,50	2,0
IRGA 417	28,40	5,7
Don Ignacio	23,80	2,0
Don Juan INTA	24,50	2,0
Cocodrie	25,60	3,3
Cr. 1713 99-00	24,30	3,4
Cr. 360 99-00	25,80	2,8
Ant. 4774 99-00	28,10	7,0
Ant. 5295 99-00	25,10	7,0
Ant. 5360 99-00	24,90	4,0
Ant. 4813 99-00	25,70	3,4

ECRR Zona Centro Norte

La fecha de siembra fue el 26/X/2001 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 12/XI/2001. En esta localidad se debió mantener la arrocera con baños hasta la inundación permanente el 4/I/2002 lo que retrasó el crecimiento y afectó el potencial de rendimiento promedio del ensayo.

El análisis de los parámetros químicos del suelo demuestra condiciones de baja disponibilidad de Fósforo, 4.3 ppm; contenido intermedio de Materia Orgánica, 3.96%; baja disponibilidad de Nitrógeno 0.179% y pH 5.4.

El promedio general del ensayo fue de 7983 kg./ha con un coeficiente de variación de 11%. Los participantes de mayor rendimiento promedio fueron el cultivar RP2, la línea Ant 4774 y el cultivar El Paso 144 en ese orden y sin diferencias estadísticas significativas entre ellos. Los tres participantes de tipo de planta tropical generaron un factor de calidad menor de 100 siendo el cultivar El Paso 144 el de menor valor fundamentalmente por su alto porcentaje de granos panza blanca. Los componentes del factor del cultivar RP2 y la línea Ant 4774 son similares con un valor final a favor del cultivar. (Cuadro 5). A pesar del retraso en el establecimiento de una lámina de agua permanente las plantas de tipo tropical respondieron con un crecimiento compensatorio para lograr rendimientos relativamente cercanos a los potenciales. El costo de este crecimiento se puede encontrar, probablemente, en la reducción de la calidad.

El cultivar Don Ignacio es el mejor posicionado de todos los participantes de calidad americana aunque su factor de calidad es el menor de ese grupo. El cultivar Don Juan INTA mantiene su calidad obteniendo el factor más alto aunque su rendimiento agrícola

es inferior al Don Ignacio. La línea Cr. 1713 con tolerancia a imidazolinonas mantiene su calidad, es la de ciclo más corto pero con bajo rendimiento de grano.

Todos los participantes exceptuando al cultivar IRGA 417 presentaron algún síntoma de ataque, en raquis o cuello de panoja, del hongo *Pyricularia grísea*. El cultivar El Paso 144 presentó esclerocios del hongo *Sclerotium oryzae* en una repetición.

Cuadro 5. ECRR Centro Norte

Cultivar	Ciclo	Rendimiento Kg/ha		G.Entero %	G.Total %	G.Panza Blanca %	G. Yesoso %	Factor Decorr.	Rendimiento Corr./factor
RP2	100	11010	a	57,75	66,55	7,01	0,115	94,29	10381
Ant. 4774 99-00	100	10086	ab	57,2	65,7	7,91	0,216	91,99	9278
El Paso 144	101	9573	ab	61,05	66,65	14,42	0,254	90,28	8642
Don Ignacio	94	8688	bc	64,15	67,15	8,03	0,229	100,27	8712
Cypress Chaco	95	8412		* 67,7	68,6	5,76	0,217	107,54	9046
IRGA 417	95	8006	dc	62,35	66,6	2,81	0,074	103,14	8257
Ant. 4813 99-00	94	7871	dc	61,15	67,3	3,85	0,084	101,60	7997
Don Juan INTA	94	7791	dc	66,25	68,95	3,62	0,118	108,58	8460
Cr. 360 99-00	92	7492	dc	63,8	67,85	3,26	0,228	105,39	7895
Cocodrie	90	7431	dc	66,5	69,4	4,39	0,251	108,50	8063
Ant. 5360 99-00	94	7068	d	57,85	69	3,39	0,092	100,46	7100
Cr. 1713 99-00	91	6572	de	65,55	69,55	4,11	0,143	107,99	7097
Cr. 1812 99-00	102	5475	e	64,55	67,4	4,82	0,038	104,13	5701
Ant. 5295 99-00	93	4688	*	63,6	68,8	4,27	0,101	105,13	4929

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan (P > 0.05). * una sola repetición (no integra el análisis estadístico)

Los valores de los parámetros de calidad culinaria se mantienen dentro de los rangos que caracterizaron a los participantes en los ensayos anteriores. Sólo se puede apreciar una pequeña reducción en el porcentaje de amilosa en los participantes con valores intermedios.

Cuadro 6. Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test

Cultivar	Amilosa %	Alkali Test
El Paso 144	29.4	7
RP2	29.1	4.5
Cypress Chaco	21.8	2.3
Cr. 1812 99-00	23.7	2
IRGA 417	29.3	4.5
Don Ignacio	22.3	2.7
Don Juan INTA	21.8	2
Cocodrie	23.6	5
Cr. 1713 99-00	23	3.3
Cr. 360 99-00	23.1	2.8
Ant. 4774 99-00	28.8	7
Ant. 5295 99-00	23.8	7
Ant. 5360 99-00	23	3.4
Ant. 4813 99-00	22.8	3.1

ECRR Zona Norte

La fecha de siembra fue el 4/XI/2001 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 20/XI/2001.

Los parámetros químicos de fertilidad fueron los siguientes: Fósforo 11.3 ppm; Materia orgánica 3.81%; Nitrógeno total 0.173% y pH 5.6 indicando una condición de fertilidad algo reducida que fue compensada con la fertilización de base de fósforo y de urea posteriormente.

El promedio general grupo fue de 7425 kg./ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 8.8%. Los cultivares El Paso 144 y RP2 y la línea Ant 4774 lograron los rendimientos más altos sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Sus valores son menores que los valores potenciales debido, probablemente, a la fecha de nacimiento algo extrema y que coincidió con condiciones climáticas de baja radiación y temperatura. Nuevamente, la línea Ant 4774, se destaca por sobre los testigos por su calidad industrial con bajo porcentaje de granos panza blanca. Esto le permite obtener un factor mayor de 100 y superar la resto en rendimiento corregido por factor. De los tres genotipos tropicales sólo el cultivar El Paso 144 presentó síntomas de ataque de *Sclerotium oryzae* sin producir vuelco.

A continuación se ubican los cultivares Don Ignacio e IRGA 417 con valores de rendimiento similares pero el primero con un porcentaje de granos panza blanca alto que reduce su rendimiento corregido respecto a los competidores de calidad americana. Los cultivares de LSU, Cypress y Cocodrie así como la línea, Cr. 1713 tolerante a imidazolinonas, obtienen los valores de factor más altos, especialmente por su excelente rendimiento de grano entero, total y bajo porcentaje de granos panza blanca. Lamentablemente su rendimiento agrícola es sensiblemente inferior al resto de los competidores destacados.

Cuadro 7. ECRR Norte

Cultivar	Rendimiento Kg/ha		G.Entero %	G.Total %	G.Panza Blanca %	G. Yesoso %	Factor De corr.	Rendimiento Corr./factor
El Paso 144	9531	a	60,1	66,45	10,07	0,142	93,48	8910
RP2	8885	ab	58,15	68,35	7,18	0,104	96,32	8558
Ant. 4774 99-00	8875	ab	62,15	68,8	4,86	0,111	103,09	9150
Don Ignacio	7974	bc	64,75	68,5	12,33	0,000	97,92	7808
IRGA 417	7675	c	59,8	67,05	2,17	0,000	101,68	7803
Ant. 5295 99-00	7384	dc	66,15	70,4	2,77	0,433	110,60	8167
Cypress Chaco	7062	dc	67,4	69,85	2,05	0,173	112,20	7923
Ant. 4813 99-00	7058	dc	64	69,3	5,93	1,749	102,50	7234
Cocodrie	6886	dc	68,55	70,25	3,44	0,436	112,17	7724
Don Juan INTA	6881	dc	62	68,75	3,40	0,062	104,35	7180
Cr. 1812 99-00	6413	d	57,9	65,9	5,43	0,080	95,37	6116
Ant. 5360 99-00	6343	d	67,05	70,2	1,78	0,053	112,47	7134
Cr. 360 99-00	6317	d	63,7	69,6	3,42	0,444	106,68	6739
Cr. 1713 99-00	6305	d	68,05	70,2	3,53	0,054	111,72	7044

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan (P > 0.05)

Los valores de porcentaje de amilosa y alkali test mantienen a los competidores en las categorías especificadas en los ensayos anteriores independientemente que en esta oportunidad todos obtienen porcentajes, aproximadamente, un punto más alto.

Cuadro 8. **Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test**

Cultivar	Amilosa %	Alkali Test
El Paso 144	30,2	7,0
RP2	29,9	7,0
Cypress Chaco	22,7	3,4
Cr. 1812 99-00	24,2	2,3
IRGA 417	30,4	6,0
Don Ignacio	24	2,3
Don Juan INTA	24,2	2,0
Cocodrie	23,8	2,3
Cr. 1713 99-00	23	2,3
Cr. 360 99-00	24	3,5
Ant. 4774 99-00	29,3	7,0
Ant. 5295 99-00	23	7,0
Ant. 5360 99-00	24	3,8
Ant. 4813 99-00	22,6	3,1

ECRR Mercedes (Ctes.)

Este ensayo fue establecido en la zona centro-sur de Corrientes incluyendo entre los participantes, materiales con ciclo intermedio, ciclo largo, del grano comercial largo fino, con ideotipo de planta tropical, americano y de grano aromático.

La fecha de siembra de esta localidad (Estancia Curupi Caí), fue el 28/IX/2001 y la emergencia del 50% de las plántulas se registró el 8/X/2001.

Se realizó una fertilización de base con una composición 5-30-20 de NPK a una dosis de 150 kg./ha, más dos aplicaciones de 50kg/ha de Urea cada una en macollaje y diferenciación. Se estableció la inundación permanente el 23/XI/2001.

El promedio general del ensayo fue de 10698 kg./ha con un coeficiente de variación de 6,8 % indicando un excelente control en este ensayo de las variables externas. El mejor competidor fue la línea Cr. 638 con un alto rendimiento agrícola fundado en su excelente capacidad de macollaje y un ciclo muy largo (30 días más que El Paso 144). Su inclusión en los ensayos tiene como objetivo contar con material para la zona norte de Chaco y Formosa. Su calidad se deterioró seriamente por las condiciones climáticas de marzo que impidieron la cosecha en tiempo y provocaron su vuelco. A pesar de ello y considerando que, en otras localidades ensayadas anteriormente, demostró una excelente calidad industrial será evaluada en la región del Chaco.

El conjunto de competidores siguientes, sin diferencia estadísticamente significativa con la línea mencionada, incluye a los testigos y cuatro líneas provenientes del cultivo de anteras. Su ideotipo responde al perfil de planta indica tropical de alto macollaje y tres de ellas con menor ciclo que El Paso 144 y calidad superior. Si bien el cultivar El Paso 144

tiene un bajo porcentaje de granos panza blanca todas las líneas se destacan por tener menor valor de esta variable. Aún la línea Ant 12143 de ciclo largo cuyo porcentaje de grano entero se vio afectado por la época de cosecha también tiene un reducido porcentaje de granos panza blanca. La más destacada por su calidad y rendimiento agrícola es la línea Ant 4779 con ciclo menor al testigo tropical más precoz. (Cuadro 9).

A continuación se destacan los cultivares de tipo de planta y calidad americana. Entre ellos se encuentra la línea Cr. 1812 con tolerancia a los herbicidas del grupo de las imidazolinonas, el cultivar Don Juan INTA y la línea Cr. 360. El cultivar de LSU Cypress con resistencia al grupo de herbicidas mencionado, una vez más, se destaca por su calidad industrial pero con un rendimiento agrícola inferior al resto.

Cuadro 9. ECRR Mercedes

Cultivar	Rendimiento Kg/ha		G.Entero %	G.Total %	G.Panza Blanca %	G. Yesoso %	Factor De corr.	Rendimiento Corr./factor
Cr. 638 99-00	13128	a	41,20	61,20	6,12	0,877	70,75	9287,97
El Paso 144	12685	a	56,20	65,8	2,80	0,070	96,20	12203,6
RP 2	12591	ab	47,70	65,50	4,14	0,000	86,06	10835,5
CT 6919	12556	ab	57,70	67,00	3,79	0,072	97,91	12293,4
Ant 4779 99-00	12273	ab	57,40	65,20	0,13	0,000	98,60	12101,1
Ant 12143 00-01	12169	ab	46,80	65,00	0,42	0,738	87,31	10624,8
Ant 4774 99-00	11978	ab	59,30	65,30	2,29	0,118	99,31	11895,2
Ant 11786 00-01	11211	bc	58,60	65,60	0,20	0,000	100,20	11233,9
Ant 5295 99-00	10633	cd	57,20	66,20	2,38	0,100	98,02	10423,2
Cr. 1812 99-00	10498	cde	58,60	66,30	0,82	0,044	100,90	10592,4
Cr. 787 00-01	10355	cdef						
Don Juan INTA	10319	cdef	57,30	66,70	1,37	0,000	99,63	10280,4
Ant 4813 99-00	10209	cdef	55,00	65,80	2,94	0,095	94,86	9684,18
Cr. 360 99-00	9952	cdef	61,10	66,30	1,57	0,030	102,83	10234
Ant 11771 00-01	9595	def	57,00	65,30	0,24	0,157	98,30	9432,19
Cr. 1921 99-00	9514	def	58,60	66,40	1,25	0,058	100,75	9584,61
Micro 208 LF	9496	def	55,20	66,40	1,38	0,125	97,22	9231,96
Ant 5023 99-00	9363	defg	56,90	66,40	0,59	0,000	99,30	9296,96
Ant 11760 00-01	9103	efg	*					
Cypress Chaco	9011	fg	64,90	68,30	0,00	0,145	109,20	9840,51
Ant 5360 99-00	8028	g	56,60	66,30	1,98	0,098	97,92	7861,19

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan (P > 0.05). * : material germinado post cosecha

Los parámetros de calidad culinaria caracterizan a todos los participantes en las mismas categorías que en el lugar de selección original del material. Los valores de la categoría de alta amilosa son algo menores que los observados en los mismos participantes de la Zona Norte y Centro-Norte. Esto podría deberse a las diferentes temperaturas ocurridas durante el proceso de formación del endosperma. Se registraron temperaturas menores y numerosas precipitaciones en la época de maduración en las Zonas de Entre Ríos mientras que la madurez del ensayo de Mercedes se produjo en febrero con altas temperaturas.

Cuadro 10. **Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test**

Cultivar	Amilosa %	Alkali test
El Paso 144	27.3	7,0
Don Juan INTA	24.5	2,4
RP 2	28.3	7,0
CT 6919	27.6	7,0
Cr. 1812 99-00	23.7	2,3
Cr. 638 99-00	27.8	7,0
Cr. 360 99-00	24.5	3,5
Cr. 1921 99-00	24.8	2,8
Ant 4774 99-00	27.7	7,0
Ant 5023 99-00	24.9	2,9
Ant 5295 99-00	24.4	6,3
Ant 5360 99-00	23.6	3,5
Micro 208 LF	27.4	2,4
Ant 4813 99-00	24.5	2,8
Ant 4779 99-00	27.8	7,0
Cr. 787 00-01		
Ant 11760 00-01		
Ant 11771 00-01	28.6	3,0
Ant 11786 00-01	28.7	7,0
Ant 12143 00-01	28.2	2,8
Cypress Chaco	23.9	2,3

ECRR El Sombrerito (Ctes.)

Este ensayo fue ubicado en la EEA El Sombrerito INTA, fue sembrado el 26/X/2001 y se registró el 50% de emergencia el 5/XI/2001.

Se realizó una fertilización de base con una composición 5-30-20 de NPK a una dosis de 150 kg./ha, más dos aplicaciones de 50kg/ha de Urea en pre-riego y 100 kg./ha de Urea al momento de diferenciación. Se estableció la inundación permanente el 25/XI/2001 con retiro de agua al final de macollaje para prevenir los síntomas de vaneo fisiológico.

Las condiciones climáticas durante el mes de febrero fueron de buena radiación y temperatura favoreciendo el llenado del grano de los participantes de menor ciclo. Por el contrario los cultivares y líneas de ciclo más prolongado maduraron durante un período de menor radiación que la normal y con condiciones de precipitaciones muy frecuentes.

El promedio general del ensayo fue de 8409 kg./ha con un coeficiente de variación de 13,6 %.El mayor rendimiento fue registrado por el cultivar CT6919, seguido por El Paso 144, la línea Ant 12143 y Taim que conforman un grupo sin diferencias estadísticamente significativas. La línea Ant 12143 es de ciclo largo y en esta localidad y fecha de siembra maduró bajo condiciones climáticas de lluvia frecuentes y sufrió vuelco. Se incluirá en ensayos en la localidad del Chaco. De todos los participantes de mayor rendimiento el cultivar Taim es el de mejor calidad, mientras que el CT 6919 tiene un alto porcentaje de granos panza blanca.

La línea Micro 208 LF es un material con grano aromático que obtiene un rendimiento superior al resto de los participantes americanos y con un excelente factor de calidad compuesto por alto porcentaje de grano entero y relativamente bajo porcentaje de grano panza blanca.

A pesar del tratamiento de desecamiento para prevenir los síntomas de vaneo fisiológico en un alto número de participantes se expresó un importante grado de esta afección. En el Cuadro 11 se presenta la valoración del síntoma de 0-9 donde el máximo valor corresponde a un vaneo completo con deformación de estructuras florales. El cultivar RP2 presentó un alto grado de vaneo al igual que otras líneas como Ant 4774 que en otras localidades demostró un alto potencial. Cabe señalar que existen lesiones o daños crípticos (subclínicos) en este desorden fisiológico, que podrían reducir el rendimiento y que por no expresarse con un síntoma observable son atribuidos a la localidad. Por esta razón es necesario profundizar las evaluaciones, para esta variable (vaneo fisiológico), de los materiales promisorios y el estudio del origen del mismo.

Los ciclos de los cultivares así como de las líneas se reducen sensiblemente en esta localidad y fecha de siembra con respecto a los registrados en el resto de los ensayos.

El mejor factor de calidad es obtenido por el cultivar Cypress, seguido por la línea aromática antes mencionada y la línea Cr. 1812 tolerante a los herbicidas del grupo de las imidazolinonas.

Cuadro 11. ECRR El Sombrerito

Cultivar	Ciclo	Rend. Kg/ha		VF.	VU	G.Entero %	G.Total %	G.Panza Blanca %	G. Yesoso %	Factor Decorr.	Rendi. Corr./factor
CT 6919	85	12294	a	1	3	62,43	69,00	11,32	0,00	97,12	11940
El Paso 144	83	10904	ab	1	1	63,20	67,07	9,00	0,26	98,25	10713
Ant 12143 00-01	95	10518	abc	1	3	44,40	66,70	11,12	0,39	76,54	8050
Taim	84	10516	abc	1	1	60,27	68,23	4,52	0,07	100,9	10619
Ant 4779 99-00	80	9871	bcd	1	1	57,80	66,30	4,54	0,05	96,56	9531
Micro 208 LF	85	9434	bcde	1	1	63,93	68,43	4,41	0,12	104,96	9901
Cr. 1921 99-00	80	8858	bcdef	1	1	58,33	65,60	1,06	0,16	99,88	8847
RP 2	74	8415	cdfg	7	1	60,80	66,83	3,38	0,25	101,25	8520
Ant 4774 99-00	76	8362	cdefg	3	1	61,67	66,13	3,90	0,09	100,90	8438
Ant 5023 99-00	76	8320	defg	7	1	56,57	66,33	0,90	0,03	98,90	8228
Cr. 1812 99-00	79	8312	defg	3	1	61,60	66,20	1,95	0,00	102,85	8549
Ant 4813 99-00	79	8276	defg	1	1	55,37	65,43	5,78	0,79	91,48	7571
Cypress Chaco	79	8048	defgh	1	1	66,70	69,80	3,86	0,29	109,60	8821
Cr. 360 99-00	78	7750	defgh	3	1	60,37	65,80	5,52	0,22	97,65	7568
Ant 11760 00-01	65	7623	efgh	3	1	54,33	62,60	2,65	0,10	91,28	6959
Cr. 638 99-00	103	7386	efgh	1	5	*					
Ant 11786 00-01	74	6915	fgh	3	1	61,30	64,80	0,81	0,17	102,10	7060
Ant 11771 00-01	65	6493	gh	3	1	48,00	58,40	2,88	0,20	80,52	5228
Cr. 787 00-01	72	6403	gh	5	1	62,07	67,97	5,77	0,22	101,26	6483
Ant 5295 99-00	75	6012	h	5	1	56,07	64,83	4,03	0,36	93,75	5637
Ant 5360 99-00	75	5895	h	5	1	56,67	66,97	9,61	0,068	91,02	5366

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan ($P > 0.05$). * : material germinado post cosecha

La calidad culinaria evaluada por los parámetros de porcentaje de amilosa y temperatura de gelatinización ubicó a los participantes en las mismas categorías que en el lugar de selección. Los valores de porcentaje de amilosa son algo mayores que en otras localidades.

Cuadro 12. **Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test**

Cultivar	Amilosa	Alkali Test
El Paso 144	30	7,0
Taim	30,4	2,3
RP 2	29,5	7,0
CT 6919	27,9	7,0
Cr. 1812 99-00	25,4	2,2
Cr. 638 99-00	31,5	7,0
Cr. 360 99-00	25,5	2,4
Cr. 1921 99-00	25,3	2,8
Ant 4774 99-00	29,7	7,0
Ant 5023 99-00	25,4	2,0
Ant 5295 99-00	25,1	7,0
Ant 5360 99-00	24,8	3,3
Micro 208 LF	29	2,0
Ant 4813 99-00	24,9	2,2
Ant 4779 99-00	29,3	7,0
Cr. 787 00-01	25,4	2,2
Ant 11760 00-01	29,7	2,8
Ant 11771 00-01	30	3,0
Ant 11786 00-01	27,8	7,0
Ant 12143 00-01	30,4	3,5
Cypress Chaco	25,1	2,2

CONCLUSIONES

Entre Ríos

Los ensayos localizados en la Pcia. de Entre Ríos fueron sembrados en una sola época de siembra debido a las constantes precipitaciones durante octubre y noviembre que impidieron realizar la preparación del suelo. Las condiciones climáticas en especial la radiación, las frecuentes precipitaciones y cambios bruscos en las temperaturas durante los meses de marzo y abril afectaron el desarrollo normal del grano. En general los cultivares testigos presentaron menor rendimiento que el año pasado pero una mejora en la calidad en especial en la variable porcentaje de grano panza blanca.

Dentro de los materiales experimentales ensayados se destacó la línea de tipo de planta tropical Ant 4774. Si se comparan los promedios en los cuatro ensayos de la variable rendimiento agrícola los participantes tropicales se ordenan de mayor a menor de la siguiente manera: RP2, El Paso 144 y Ant 4774. Cuando se considera el factor de calidad y se analiza la variable Rendimiento corregido por factor se invierte el orden de estos participantes con una menor dispersión de valores entre las localidades (Cuadro 13).

Cuadro 13. **Promedios de las plantas tropicales en las localidades de Entre Ríos**

Cult/Línea	Rend	DS	Rend. Corr	DS
RP2	9645	±971	9107	±940
El Paso 144	9441	±223	9070	±409
Ant 4774	9135	±695	9227	±495

La línea Ant 4774 posee una mayor estabilidad en cuanto a calidad y si bien no alcanza los valores del cultivar control Don Juan INTA supera a los dos testigos tropicales especialmente en el menor porcentaje de granos panza blanca. Su tamaño de grano es de una relación largo-ancho mayor que 3, de grano piloso y el peso de 1000 granos es aproximadamente de 25 gramos.

Su comportamiento ante el ataque de enfermedades es algo superior en tolerancia a vuelco y *Sclerotium oryzae* que su testigo El Paso 144, pero con igual susceptibilidad a *Pyricularia grísea.*

Entre los competidores de tipo de planta americana se destacó el cultivar Don Ignacio en rendimiento agrícola sin embargo cuando se analiza el rendimiento corregido por factor el cultivar Cypress lo supera sensiblemente. El cultivar Don Juan INTA solo se destacó en la segunda época de siembra en la EEA por su excelente calidad. El cultivar IRGA 417 siempre obtuvo buen rendimiento dentro de la calidad americana y fue el mejor en la primera época de siembra en la EEA en cuanto a rendimiento agrícola pero con un inusualmente alto porcentaje de granos panza blanca.

Respecto al participante de mejor calidad en todos los ensayos sobresale el cultivar Cypress por su consistente alto valor de grano entero independiente de la localidad y condiciones climáticas. Su tamaño, relativamente pequeño, y su forma de grano son dos características que contribuyen a esa consistente perfomance.

Las líneas Cr 1812 y 1713 tolerantes al grupo de herbicidas de las imidazolinonas tienen un rendimiento inferior a los testigos americanos y sólo se destaca la segunda línea por su precocidad y calidad.

Corrientes

Los ensayos ubicados en las localidades de Corrientes se establecieron en dos épocas de siembras diferentes, Mercedes con emergencia en principios de octubre y El Sombrerito con emergencia a principios de noviembre. Los participantes fueron caracterizados como de ciclo intermedio y largo en el lugar de selección pero en la localidad de El Sombrerito su ciclo se acorta sensiblemente aunque se mantienen las diferencias con los de ciclo largo.

En ambos ensayos se destacó el cultivar testigo CT6919 por su alto potencial de rendimiento pero con limitantes en cuanto a calidad. Sólo una línea de ciclo largo, Cr 638, supera a este testigo pero con muy bajo rendimiento industrial por problemas postcosecha en el ensayo de Mercedes, su potencial de rendimiento podría ser aprovechado en la región Norte, Chaco y Formosa si es que mantiene la calidad expresada en su lugar de selección. La línea Ant 4779 obtiene un excelente rendimiento y calidad con menor ciclo y resistencia a vuelco en esa misma localidad.

En la localidad del Sombrerito los comportamientos y resultados son totalmente diferentes en las líneas experimentales, fundamentalmente por la susceptibilidad al desorden fisiológico del vaneo o espiga erecta. La línea Ant 4779 es la de mejor rendimiento pero con menor expresión de su potencial que en Mercedes. En el resto de los participantes sólo es de destacar el buen rendimiento y calidad de la línea experimental Micro 208 LF de grano aromático.

En síntesis se han evaluado materiales provenientes del programa de mejoramiento convencional, líneas con tolerancia a herbicidas no tradicionales, y líneas de tipo de planta tropical y calidad culinaria con alta amilosa provenientes del cultivo de anteras, para toda la región arrocera argentina. Se destacan dos líneas promisorias, a saber: Ant 4774 y Ant 4779 de ciclo menor al cultivar El Paso 144, de rendimiento agrícola similar y de calidad superior.

Bibliografía

Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Science Today, Vol. 16 N 11.

Manejo del Cultivo de Arroz

ROTACIONES EN SUELOS ARROCEROS: RESULTADOS 2001-02

De Battista, J.J.[1]; Arias, N.[1]; Pozzolo, O.[1]; Pitter, E.[1] **Wilson, M.[2]; Cerana, J.[2]; Benintende, M.[2]; Benintende, S.[2]; Diaz, E.[2], Duarte, O.,[2]; Valenti, R.[2]; Fontanini P.[2]; Befani M. R.[2]; Lenzi, L[3].; Villón, C.[4] y Muller, H.[4]**

1- EEA INTA C. del Uruguay.
2- Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNER
3- Centro Regional Litoral del INA
4- Actividad privada

Introducción

El uso del suelo, en las zonas arroceras de Entre Ríos, ha seguido un marcado proceso de agriculturización debido a la mayor rentabilidad de los cultivos predominantes arroz y soja respecto a la ganadería (De Battista *et al* 2001). Este proceso afecta la productividad de los suelos para el cultivo del arroz al aumentar el enmalezamiento y disminuir la fertilidad actual lo que lleva a un mayor uso de agroquímicos (herbicidas y fertilizantes) aumentando los costos de producción y los riesgos de contaminación ambiental.

En este marco se hace necesario producir referencias sobre la evolución del suelo, en cuanto al comportamiento físico, químico y biológico que permitan la elaboración de indicadores de calidad de suelo para evaluar el efecto de diferentes secuencias de cultivos. Para esto se requieren trabajos de mediano y largo plazo sobre los mismos lotes para lo cual la Fundación Proarroz implementó el Campo Experimental de Rotaciones en San Salvador y se elaboró un proyecto de investigación multidisciplinario cuyos avances para la campaña 2001-02 se presentan en este trabajo.

Objetivo General

Evaluar rotaciones que permitan el desarrollo sustentable del cultivo de arroz en Entre Ríos.

Objetivos Específicos

- Caracterizar y cuantificar la evolución de parámetros edáficos bajo rotaciones contrastantes.
- Detectar los principales problemas de implementación de cada una de las secuencias: calendario de intervenciones, calidad de las labranzas, riesgos climáticos para las operaciones culturales y para los cultivos en cuestión.
- Registrar la evolución de la población de malezas, y diseñar estrategias de control.
- Desarrollar pautas de manejo para el riego superficial: evaluación de la eficiencia

del riego, desarrollo de indicadores de cuando regar, evaluación del impacto sobre el ambiente: erosión, salinización, etc.

- Registrar y evaluar la incidencia de enfermedades en las distintas secuencias.
- Registrar y evaluar los requerimientos de insumos: fertilizantes, pesticidas, mano de obra, etc.
- Realizar evaluaciones económicas de las distintas secuencias.

Materiales y Métodos

El Campo Experimental de Rotaciones de Proarroz se halla ubicado a 5,5 km al este de la ciudad de San Salvador en un lote de con poco uso agrícola y que permaneció como campo natural los últimos quince años. En la campaña 1999-00 se realizó un cultivo de arroz en toda la superficie y luego se dividió en cuatro lotes donde se implementan las siguientes rotaciones.

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
1999/2000	Arroz	Arroz	Arroz	Arroz
2000/2001	Soja	Soja	Arroz	Moha-Pradera
2001/2002	Arroz	Maíz	Arroz	Pradera
2002/2003	Soja	Soja	Arroz	Pradera

La preparación del suelo se realizó mediante rastra de disco pesada, niveladora, rastra de discos y rastrón en los lotes 1 y 2 provenientes de soja y con tres pasadas de rastra de discos pesada y rastrón en el lote 3 luego de arroz.

Las evaluaciones físicas y químicas del suelo se realizaron antes de la implantación de los cultivos de en todas la campañas. Durante la estación de crecimiento se realizaron muestreos de biomasa aérea para construir las curvas de crecimiento de arroz y maíz. Los muestreos de biomasa aérea se realizaron con tres repeticiones. Con una alícuota de cada una se conformó una muestra compuesta para análisis químico en el que se determinó el contenido de N, P y K obteniéndose las respectivas curvas de absorción. Con los datos de la de la biomasa aérea a cosecha se calculó la absorción total de nutrientes y el índice de cosecha de cada uno.

En el cultivo de maíz se realizó un muestreo de raíces hasta los 80 cm de profundidad en tres posiciones respecto a las líneas de cultivo: en la línea, en el centro del entre surco (35 cm) y a la mita de dicha distancia (17,5 cm). Estas muestras están siendo procesadas en el Laboratorio de suelos de la FCA-UNER.

En el lote 4 con pradera se realizó un corte de evaluación días antes de que se cortara todo el lote para heno.

RESULTADOS

1 - Determinaciones físicas:

1) Constantes hídricas y de agua útil: Se determinaron sobre muestra no disturbada en un perfil hasta los 0,80 m en el lote 2 bajo cultivo de maíz.

Profundidad	Capacidad de Campo	Punto de marchitez permanente	Agua Útil (mm)
0-5	34.56	21.91	6.7
5-15	32.31	21.80	13.6
15-30	30.71	21.31	18.3
30-60	32.24	23.24	35.1
60-80	37.25	27.40	25.4
Total 0-80 cm			99.1

Estos resultados confirman que a pesar de la gran capacidad de retención de agua que tienen los suelos Vertisoles típicos del área arrocera la cantidad de agua útil es bastante reducida por lo que los cultivos pueden sufrir estrés hídrico aún con contenidos de humedad edáfica relativamente altos para suelos de otras texturas. En promedio el agua útil es de 1,23 mm por cm de suelo hasta los 80 cm de profundidad.

2) *Estabilidad estructural*: Tanto el Índice de Inestabilidad de Henin como el porcentaje de agregados estables en benceno muestran una disminución de la estabilidad estructural con el uso agrícola y algo más intensa con el uso continuado bajo arroz con respecto a la pastura. La pérdida de estabilidad estructural está asociada a la disminución en el contenido de materia orgánica.

Indice de inestabilidad

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
1999	0.177			
2000	0.125			
2001	0.222	0.222	0.281	0.132

Agregados estables en benceno

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
1999	58.67 %			
2000	63.04 %			
2001	41.74%	41.74%	32.17%	45.30%

3) ***Contenido de sodio intercambiable***: el contenido de sodio intercambiable (CSI) tiende a aumentar con los años de cultivo de arroz, como se puede observar el lote 3 presenta el valor más alto luego de dos años seguidos de arroz. Este aumento en el CSI se debe al aporte de sodio realizado por el agua de riego y provoca disminución en la constante de percolación. (Wilson *et al* 2001)

Contenido de sodio intercambiable (meq).

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
1999	0.53			
2000	1.33			
2001	1.15	1.15	1.90	1.33

4) ***Conductividad hidráulica saturada (Kfs) mediante permeámetro de Guelph*** : Se realizaron determinaciones de la conductividad hidráulica saturada a una profundidad de 25 cm luego de la cosecha del arroz y la soja. Los valores registrados mostraron una muy lenta permeabilidad para los horizontes subsuperficiales de los vertisoles no encontrándose diferencias entre las situaciones estudiadas. (Fontanini *et al* 2002)

5) ***Resistencia a la penetración***: Otra evidencia del deterioro de la condición física del suelo debido al tránsito con el suelo saturado durante la cosecha del arroz se puso de manifiesto mediante mediciones de resistencia a la penetración y de estado estructural mediante el perfil cultural. Mediante el trazado de líneas de isoresistencia se determinaron zonas compactadas que coincidieron con los estados masivos sin porosidad visible del método del perfil cultural. En estos sitios, localizados en los primeros 15 cm de las huellas los valores de resistencia a la penetración se acercan a los 2 Mpa citados por diversos autores como limitantes para el crecimiento radicular pero disminuyen en profundidad.

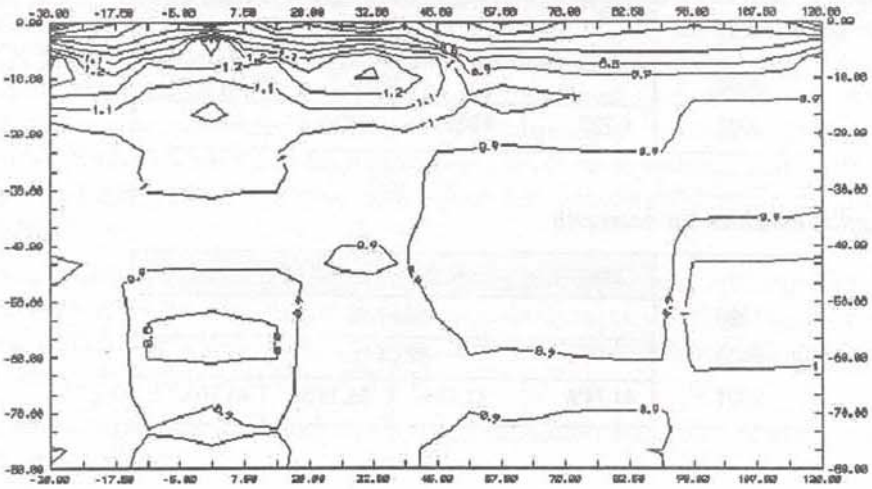


Figura 1: Perfil de resistencia mecánica a la penetración luego cosecha del arroz (Lote 3)

2 - Determinaciones químicas

Los principales indicadores dela evolución de la fertilidad % MO y N total mostraron una disminución con los años de agricultura.

Evolución del % de MO

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
1999	5.68			
2000	5.65			
2001	5.24	4.48	4.39	5.10

Evolución del contenido de Ntotal (%)

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
1999	0.224			
2000	0.221			
2001	0.219	0.179	0.209	0.226

3 - Mediciones en los cultivos

Arroz: En los lotes 1 y 3 se sembró arroz Irga 417 el 27 de diciembre con 80 kg /ha de FDA. La emergencia se produjo el 2 de enero y el riego se inició el 16 de enero y se finalizó el 30 de marzo. El 29 de enero se aplicaron 50 kg de urea/ ha con avión. La cosecha se realizó el 12 de mayo. El rendimiento se estimó mediante cosecha manual de 5 muestras de 1 hilera por 1 m

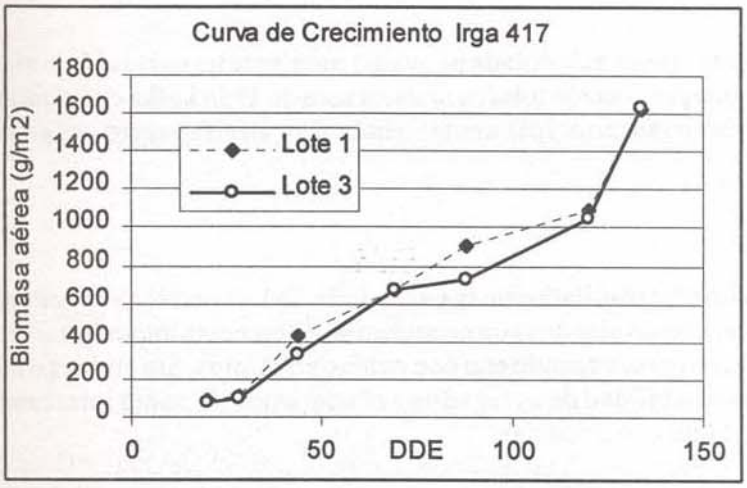


Figura 2: Crecimiento de la variedad Irga 417

La producción total de biomasa aérea fue similar en ambos lotes a pesar de que en los primeros muestreos el lote 3 (arroz contínuo) mostró un crecimiento algo menor al del lote 1 (arroz-soja) El lote 1 rindió 4647 kg/ha y el lote 3 4517 kg/ha no siendo significativas las diferencias entre los dos lotes.

La absorción de nutrientes y su índice de cosecha fue similar en ambos lotes. En el lote 3 bajo arroz contínuo se observa una absorción de potasio ligeramente superior a la del lote 1. La extracción de nutrientes fue similar en ambos lotes con valores elevados para fósforo y nitrógeno y muy bajo para el potasio (Cuadro 1).

	Nitrógeno		Fósforo		Potasio	
	Total planta	Grano	Total planta	Grano	Total planta	Grano
Lote 1	65.1	41 (63%)	14.2	10.2 (72%)	84.2	8.4 (10%)
Lote 3	67.9	43 (63%)	15.2	10.8 (71%)	99.6	10.4 (10%)

Cuadro 1: Absorción de nutrientes por el arroz. (kg/ha)

Maíz: Se sembró el 20 de septiembre con una densidad de 8,5 plantas/m2 con 180 kg/ha de fosfato monoamónico (12-52-0) El 28 de octubre y el 18 de noviembre se aplicaron 100 kg/ ha de urea por avión.

Se observó una importante ataque de orugas que provocó una pérdida de 1 pl/m2 a cosecha.

En estado V8 se marcaron regueras para implementar el riego superficial, pero debido a las frecuentes precipitaciones se decidió no construirlas.

El rendimiento se estimó mediante cosecha manual de 6 muestras de 1m2 (1,43 m lineares). El rendimiento fue de 5800 kg/ha. La cantidad de N absorbido fue de 128 kg/ha con un índice de cosecha de 66%, es decir se exportaron con los granos 84 kg de N/ha y quedaron el rastrojo 44 kg de N/ha.

Pradera: La materia seca acumulada se evaluó mediante un corte el 1 de marzo de 2002. Se determinó una producción total de materia seca de 4954 kg/ha compuesta en un 67 % por especies forrajeras, principalmente trébol rojo y alfalfa y resto por gramíneas anuales secas.

Comentario final

Estos son los primeros resultados de la evaluación de las rotaciones planteadas, la mayoría de los indicadores evaluados aún no muestran diferencias importantes entre los lotes debido a que recién es el segundo año con cultivos distintos. Sin embargo algunos indicadores como la estabilidad de agregados y el contenido de sodio intercambiable comienzan a marcar algunas tendencias.

Sin duda uno de los mayores logros de este proyecto hasta el presente fue la integración de un grupo de técnicos de distintas instituciones y disciplinas preocupados por entender mejor el funcionamiento de los suelos Vertisoles y la influencia de los distintos usos en su productividad. Esto ha posibilitado el desarrollo de trabajos accesorios como el ajuste de la metodología para la medición de la resistencia a la penetración en suelos adhesivos y la modelización del efecto del contenido hídrico del suelo sobre la resistencia a la penetración.

Bibliografía

De Battista, J.J.; Arias, N.; Pozzolo, O.; Pitter, E W ilson, M.; Cerana, J.; Benintende, M.; Benintende, S.; Diaz, E., Duarte, O., Valenti, R. Lenzi, L,Villón, C. y Muller H. 2001 Rotaciones en suelos arroceros. PROARROZ Resultados Experimentales 2000-01. Volumen 10 pp 59-67.

Cerana J ., De Battista J.J. Pozzolo O.,Rivarola S., Arias N., Wilson M. y Benavides R 2002. El perfil cultural de suelos arroceros. Actas Congreso Nacional AACS. Puerto Madryn Abril 2002

Wilson M., Cerana J., Valenti R., Díaz E., Duarte O., De Batista J.J., Rivarola S. y R. Benavidez 2001. Sustentabilidad del cultivo de arroz en Entre Ríos. 1) Evaluación de la calidad del agua para riego. Cuadernos del Curiham. UNR. Aprobado para su publicación.

RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN EN SUELOS CON TOSQUILLA

Quintero, C.; Arévalo, E.; Arrúa, J. y Boschetti, N.

Grupo de Investigación y Desarrollo en Arroz
Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNER

Introducción

La clorosis férrica de las plantas es un problema que afecta el desarrollo de los cultivos en suelos de elevado pH o calcáreos. El síntoma característico es una clorosis internerval que afecta más a las hojas jóvenes que a las maduras. Siempre se ha sostenido que la deficiencia se produce por una baja disponibilidad de Fe en estos suelos, junto con una reducción en la absorción y translocación dentro de la planta. Sin embargo, el viejo problema de la clorosis en suelos calcáreos no es completamente entendido aún. La mayoría de los productos aplicados y las recomendaciones realizadas generalmente son caras y no son siempre exitosas (Menguel, 1995).

En los suelos donde se cultiva arroz en Entre Ríos, es frecuente encontrar áreas o lotes donde las plantas al emerger, presentan una clorosis que retarda su crecimiento y en algunos casos llega a provocarles la muerte. Estos síntomas están asociados a suelos con pH neutro a alcalino, con visibles y abundantes concreciones de $CaCO_3$ en superficie, y se los han vinculado con deficiencias de Zn, de S y/o de Fe, aunque la causa del problema podría estar más relacionada al exceso de Ca (Quintero *et al.* 2001).

Debido al problema que afecta al cultivo de arroz en suelos con tosquilla, en la campaña 2000/2001 se realizaron dos ensayos de invernadero y cinco ensayos de campo, con el objetivo de obtener información básica que aporte conocimiento para la comprensión del problema y evaluar algunas alternativas de solución.

Los ensayos realizados permitieron evidenciar que el problema es manifiesto en suelos con pH superior a 7 y con un porcentaje de saturación del complejo de cambio en Ca mayor al 85%. En estas condiciones las plantas de arroz manifiestan la sintomatología característica de los suelos con tosquilla: depresión del crecimiento, amarillamiento y muerte de plántulas.

A partir de los análisis efectuados en el tejido vegetal, se pudo comprobar que en las condiciones citadas se alteran las relaciones de nutrientes y las concentraciones de los mismos dentro de las plantas. Los elementos como Ca, Cu, B y Mg incrementaron significativamente su concentración; el Fe y el Zn se mantuvieron dentro de valores normales, mientras que el K y el Mn fueron absorbidos en menores cantidades. La elevada concentración de Ca en los tejidos de las plantas cultivadas en suelos con tosquilla, determinó alteraciones en la relación con los otros nutrientes, induciendo a una deficiencia de Fe y Zn. De las variedades evaluadas, Irga 417 se presentó como la más sensible al exceso de Ca mostrando mayor alteración en la concentración de nutrimentos, mortandad de plantas y depresión de crecimiento que Paso

144 y Don Juan.

También se comprobó que las aplicaciones de compuestos fertilizantes conteniendo Fe o Zn o algunas combinaciones de ellos permitieron reducir la mortandad de plantas de valores del 30 a 35 % en los testigos al 15 – 20 % en los tratamientos de semillas, logrando incrementar de 10 a 20 % el número de plantas vivas. Si bien el rendimiento aumentó con la aplicación de los fertilizantes, no alcanzó los valores registrados en los suelos sin problemas. Los fertilizantes foliares aplicados en los estadíos de 4 hojas hasta diferenciación, mostraron respuestas en rendimiento de grano del orden de 15 a 20 %.

Resultados

En una experiencia posterior realizada en suelos con calcáreo en la campaña 2001/ 2002, se estudió el efecto de la aplicación de los elementos que surgieron como deficientes o problemáticos en las experiencias anteriores. En un ensayo en macetas, se evaluó el efecto de la adición de K, Fe, Zn y Mn aplicados al suelo, a las semillas y foliar; así como combinaciones de estas alternativas y un tratamiento con ácido fosfórico foliar con la idea de reducir el pH del apoplasto y permitir la disponibilidad de el Fe absorbido (Menguel, 1995).

Los resultados de esta experiencia muestran la clara respuesta al agregado de Zn en cualquiera de sus aplicaciones (suelo, semilla o foliar), al K aplicado al suelo y la falta de respuesta al Fe, al Mn y a la solución ácida (figura 1).

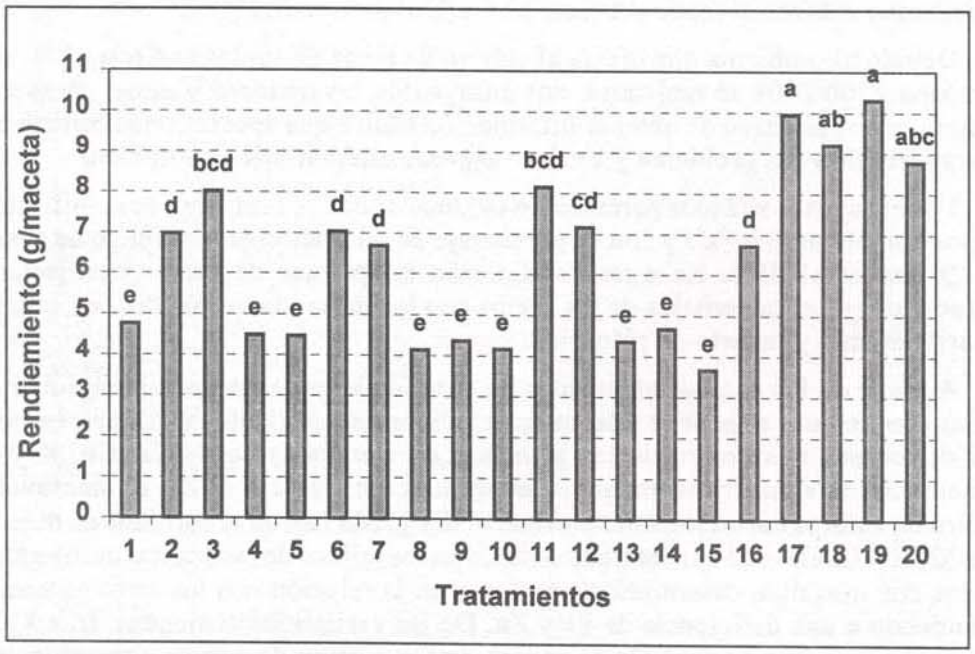


Figura 1: Rendimiento de biomasa aérea de arroz ante diferentes tratamientos (ver tabla)

Tabla 1: **Descripción de los tratamientos de la Figura 1.**

Tratamiento	Descripción	Forma de aplicación
1 2 3 4 5 6	Testigo K – 516 kg/ha como KCl Zn – 3 kg/ha como ZnSO4 Fe – 15 kg/ha como FeSO4 Mn – 113 kg/ha como MnSO4 Tratamientos 2+3+4+5	Elementos aplicados al suelo antes de la siembra
7 8 9 10 11	Zn – 770 g/ha como Teprozinc Fe – 360 g/ha como Basafert Mn – 420 g/ha como MnSO4 Biostimulante Profert 1L/ha Tratamientos 7+8+9+10	Elementos aplicados en solución sobre las semillas
12 13 14 15 16	Zn – 672 g/ha como Zitrilón Fe – 1547 g/ha como Basafert Mn – 6188 g/ha como Arbore Mn Acido Fosfórico pH=3 Tratamientos 12+13+13+15	Elementos aplicados por vía foliar en 3-5 aplicaciones
17 18 19 20	Tratamientos 6 + 11 Tratamientos 6 + 16 Tratamientos 6 + 11 + 16 Tratamientos 11 + 16	

La mayor eficiencia de utilización del Zn se observó en las aplicaciones foliares, la aplicación a las semillas fue similar aunque algo menor. La aplicación como fertilizante al suelo fue significativamente menos eficiente que las alternativas anteriores, sin embargo, la respuesta observada fue muy buena. La combinación de tratamientos permitió duplicar el rendimiento logrado en el testigo.

Por otro lado a partir de cinco ensayos realizados a campo se pudo observar la respuesta a la aplicación foliar de Zn en forma de quelato. La dosis óptima se encuentra en torno a los 400 g de Zn por hectárea, esta dosis permite obtener una respuesta media de unos 800 kg/ha de arroz cáscara (figura 2).

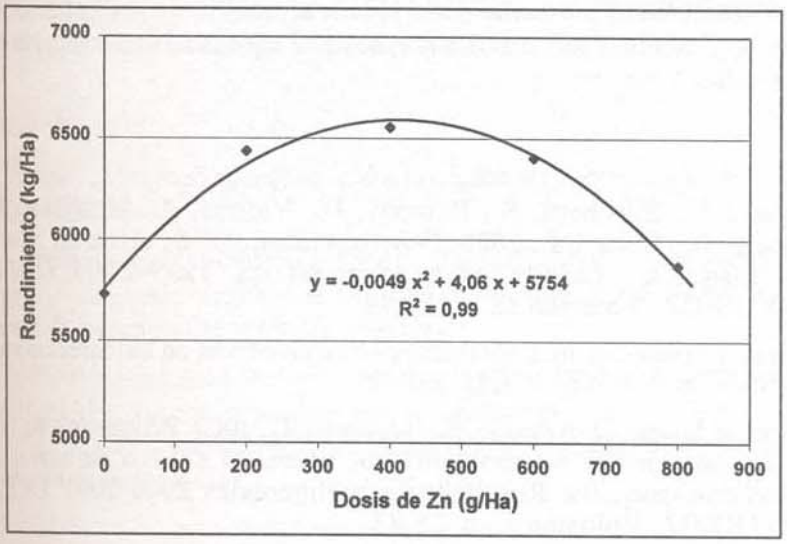


Figura 2: Respuesta del arroz al agregado de Zn foliar. Promedio de cinco ensayos.

Otras experiencias han permitido determinar que el momento mas oportuno para su aplicación se encuentra entre macollaje y diferenciación, etapa que coincide con la máxima tasa de absorción de Zn (Arévalo, et al. 2000) (figura 3).

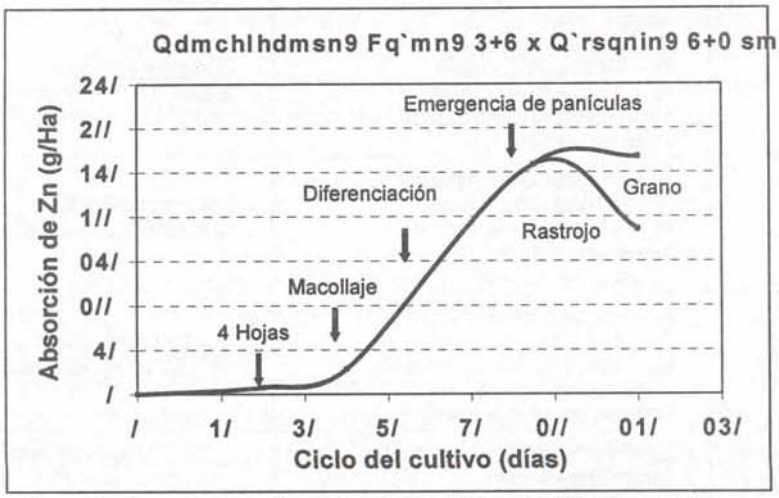


Figura 3: Curva de absorción de Zn, cultivar El Paso 144, Villa Clara E.R.

Síntesis final

Cuando se cultiva arroz en suelos que tengan entre sus características un valor de pH superior a 7 y un porcentaje de saturación con calcio de su capacidad de intercambio catiónico que exceda el 85 %, es de esperar que se presente una situación problemática en la cual las plantas mostrarán una severa reducción en el crecimiento y desarrollo. La alta disponibilidad de Ca en los suelos calcáreos determina una alta concentración de calcio en planta y una alteración en las relaciones con el resto de los nutrientes. Las plantas sufren de una deficiencia de Zn inducida por el exceso de calcio, hecho que queda manifestado en la respuesta al agregado de este elemento. El Zn puede ser aplicado como fertilizante en el momento de la siembra, realizando un tratamiento de las semillas o por aplicaciones foliares. La respuesta al agregado de K debería ser estudiada con más detalle.

Bibliografía

Arevalo, E., Quintero, C., Boschetti, N., Bracony, D., Valenti, R., Martinez, N., Spinelli, N., Bucari, E. 2000. Fertilización foliar de arroz en suelos con tosquilla. Resultados experimentales 1999-2000 INTA-PROARROZ. Volumen IX. p. 69-75.

Mengel, K. 1995. Iron availavility in plant tissues - iron chlorosis on calcareous soil. Nutrition in Soils and Plants. 389-397.

Quintero, C.; Anthonioz Blanc, D. Arevalo, E.;Boschetti, G. 2001. Primeros avances en la comprensión del problema que afecta al cultivo de arroz en suelos con tosquilla. Resultados experimentales 2000-2001 INTA-PROARROZ. Volumen X. p. 75-83.

ESTIMACIÓN DEL ÁREA DE SIEMBRA DE ARROZ 2001-2002 EN LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS MEDIANTE TELEDETECCIÓN Y SIG

Carñel, G.[1]; Brizuela, A.[2] y Romero, C.[1]

1- Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos
2- CIC y TTP - CONICET

Introducción

El grupo de Teledetección Aplicada y Sistemas de Información Geográfica perteneciente a la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Entre Ríos, realizó la estimación del área sembrada con arroz en la Provincia de Entre Ríos, correspondiente a la campaña agrícola 2001-2002.

La estimación fue realizada mediante el procesamiento de imágenes ETM+ del satélite Landast 7 y trabajo de reconocimiento a campo. Los resultados fueron presentados en febrero de 2002 a la Fundación Proarroz, que solicitó y financió el trabajo, en el marco del convenio de cooperación UNER-Fundación Proarroz.

Las imágenes de satélites se presentan como una alternativa válida para la toma de datos regionales, fundamentalmente por su amplia cobertura espacial, multiespectral y temporal. De esta forma la teledetección al igual que la aplicación de los SIG, constituyen la mejor forma de almacenar, administrar y gestionar dinámicamente datos territoriales.

Estas técnicas contribuyen ampliamente en el estudio de regiones extensas, como en el caso de este trabajo cuyo objetivo fue la identificación y cuantificación del área ocupada con arroz en el período 2001/02 en la provincia de Entre Ríos.

Metodología

El área de trabajo correspondió a la región arrocera provincial, aproximadamente 3.470.000 hectáreas.

La metodología empleada se basó en el análisis digital de imágenes ETM+ Landsat 7, apoyados con el relevamiento a campo y el posterior volcado de los datos obtenidos en un sistema de información geográfico (SIG).

Las imágenes satelitales, obtenidas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), fueron provistas por la Dirección de Arroz a través del Instituto de Investigaciones Científicas, Tecnológicas y Formación de Recursos Humanos de la Provincia de Entre Ríos.

UBICACIÓN GEOGRAFICA	ESCENA	FECHA
Noroeste	226/81	15/01/02
Noreste	225/81	08/01/02
Suroeste y centro	226/82	15/01/02
Centro	225/82	08/01/02
Sureste	225/83	08/01/02

Cuadro 1. Imágenes ETM Landsat 7.

Los datos satelitales y las bases generadas fueron georreferenciadas cartográficamente a fin de disponerlos para su análisis y almacenamiento en un sistema de información geográfica (SIG)

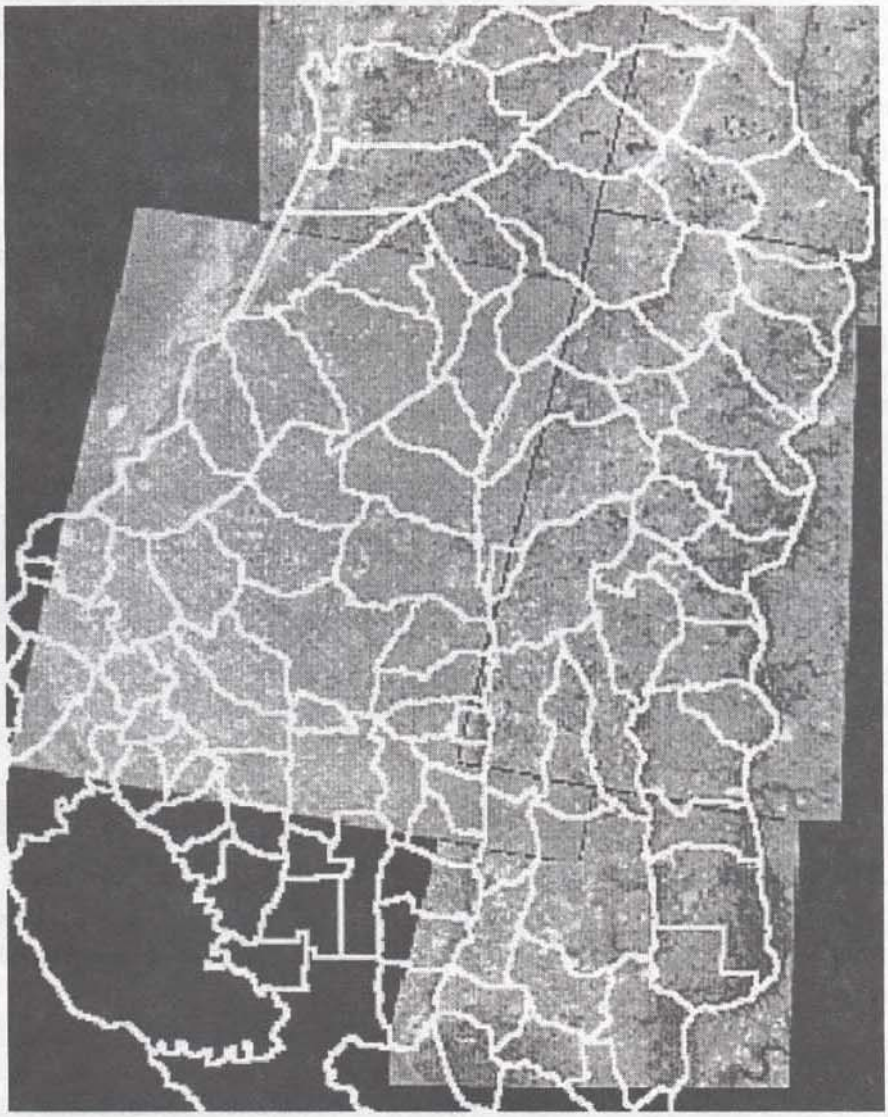


Figura 1. Imágenes ETM+ Landsat 7 y vectorización de distritos.

Como puede verse en la Figura 1, cubren la mayor parte de la provincia y toda el área tradicional de cultivo de arroz. En el Cuadro 1 se detallan las escenas y las fechas de adquisición. En el procesamiento digital de los datos se emplearon los programas ERDAS IMAGINE 8.4 (Duke et al., 1999), CartaLinx (Hagan et al., 1998) y ArcView GIS 3.2 (ESRI, 1998).

Las imágenes fueron georreferenciadas al sistema Gauss-Krüger en faja 5, basándose en las cartas 1:50.000 y 1:100.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM) que corresponden a la provincia de Entre Ríos.

El trabajo de campo para la recolección de datos usados en las clasificaciones digitales, se realizó durante el período diciembre de 2001 a enero de 2002, teniendo en cuenta la experiencia adquirida en años anteriores sobre el área arrocera provincial, lo que significó una disminución en la cantidad de lotes visitados.

Resultados

Se procesaron las imágenes de forma tal de trabajar con las ventanas correspondientes a la Provincia. La georreferenciación de todas las imágenes fue hecha con un promedio de 50 puntos de control y un RMS de 0.84. Se tomaron los datos de las visitas de campo para crear los sitios de entrenamiento y se clasificaron las imágenes por el método de Máxima Verosimilitud.

La cantidad de clases iniciales para la clasificación supervisada, fue más grande que el número de coberturas reales, dado que el comportamiento reflectivo de las cubiertas varían según la fase fenológica de los cultivos, con el grado de humedad de los suelos y con la presencia de sedimentos en los espejos de agua, entre otras cosas. De esta forma el número de sitios de entrenamiento varió según la imagen procesada, con un promedio de 80 sitios.

El resultado obtenido por clasificación digital de las imágenes para la superficie sembrada con arroz en Entre Ríos, campaña 2001/2002, fue de 36.890 ha, con un 5 % de error. Se muestran los datos de las clasificaciones por Departamento en el cuadro 2.

Se recodificaron las imágenes clasificadas realizándose la máscara "arroz" que permitieron la visualización únicamente de los lotes cultivados con arroz. Estas imágenes representativas de una clase, se logran al convertir la imagen clasificada en una imagen nueva, donde los píxeles toman valores de 0 y 1.

Estimación digital del área sembrada con arroz 2001-2002 por Departamentos			
Departamento	Area 2001-2002	Departamento	Area 2001-2002
Villaguay	9.500	San Salvador	5.532
Uruguay	1.068	La Paz	2.299
Federación	8.197	Feliciano	3.388
Colón	1.956	Gualeguaychú	368
Concordia	1.484	Tala	-
Federal	3.098	TOTAL	36.890

Cuadro 2. Área de siembra de arroz, campaña 2001-2002 por Departamentos.

Sobre la capa vectorial de los lotes ocupados con arroz en la campaña 2000-2001, y a partir de las imágenes clasificadas, se vectorizaron los nuevos lotes ocupados por arroz en la última zafra. Se sumó a la base de datos un nuevo campo correspondiente a "arroz 2002".

La base de datos final cuenta con 1558 registros correspondientes a los lotes ocupados por arroz en las campañas 2000-2001 y 2001-2002. Los campos de la base son: superficie, perímetro, Departamento, Distrito, número de lote, nombre, tipo de riego, ocupación en 2001, ocupación en 2002, presa de la que se extrae agua en el caso de riego superficial y observaciones.

De los 1558 lotes, 607 estaban ocupados con arroz en la zafra 2001/02, de ellos 144 no fueron a rotación repitiendo el uso en las dos últimas campañas. La superficie por vectorización es un poco mayor que la obtenida por clasificación de las imágenes satelitales, siendo de 37.843 ha, debido a que en ésta última suele haber áreas dentro de los lotes que no clasifican como "arroz" y en las vectorizaciones son incluídas ya que se sigue el límite estricto de la superficie cultivada, como puede verse en la Figura 2.

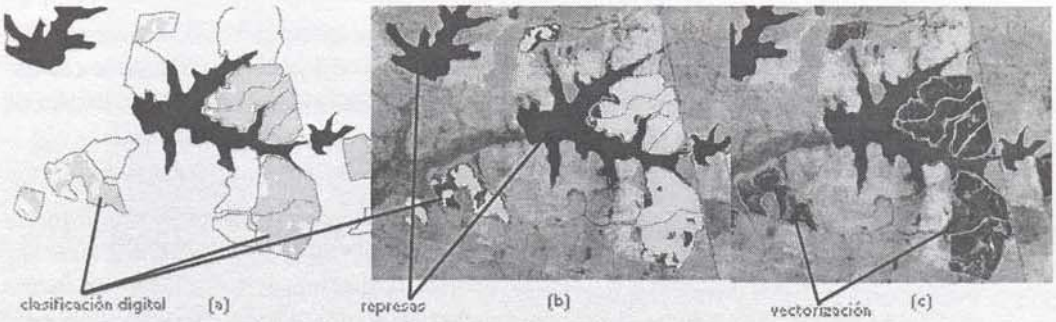


Figura 2. (a) Capas vectoriales y máscara de "arroz 2002". (b) Imagen color, máscara de "arroz 2002" y capas vectoriales. (c) Imagen color y capas vectoriales.

En cuanto a los embalses de agua superficial se identificaron 62 y fueron vectorizadas a partir de una composición color de las bandas 4, 3 y 2 de las imágenes de enero de 2002. En este caso, los campos de la base de datos son: superficie embalsada, perímetro del embalse, longitud de la presa, Departamento, Distrito, número identificatorio, nombre del establecimiento o propietario y observaciones (Carñel et al., 2002).

Las 62 presas presentadas en un mapa, ocupan una superficie total de agua embalsada de 9.758 ha, con una media de 157 ha y un máximo de 1.294 ha.

De los datos generados para el SIG Arroz se pueden realizar distintas consultas y análisis, que indican lo siguiente (Figura 3):

- los lotes que han sido cultivados con arroz en las últimas dos campañas corresponden a 10.005 ha.,
- son 149 los lotes regados por agua de represas, significando una superficie de 11.980 ha,
- hubo 181 lotes regados por represas en la campaña 2000-2001, correspondiente a 14.590 ha,
- el área norte -Feliciano, Federación y Federal- sufrió la menor variación (–18%) en el área de siembra respecto a la campaña anterior,
- la disminución provincial en el área sembrada con respecto a la campaña anterior fue de 38 %.

Las capas «arroz» y «represas» fueron vectorizadas con el programa CartaLinx y a los efectos de su análisis y posterior difusión se convirtieron a formato shape (*.shp) compatible con ArcView.

Se prepararon los mapas por Departamentos sobre la base de imágenes y máscara de los lotes ocupados con arroz en el período 2001-2002.

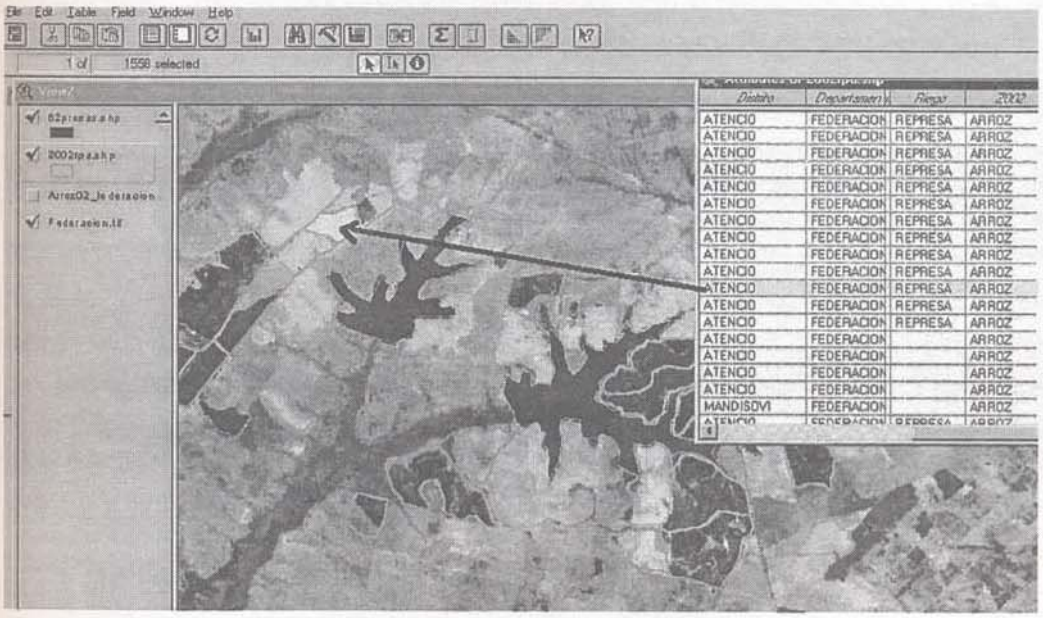


Figura 3. Consulta en pantalla de los datos del SIG.

CONCLUSIONES

La identificación y cuantificación de actividades productivas, arroz en este caso, así como el seguimiento temporal mediante el procesamiento digital de imágenes de satélites, pone en manifiesto las potencialidades de esta tecnología para realizar inventarios y relevamientos de grandes regiones.

Es evidente que la obtención de datos referentes a ocupación del suelo, en marcos territoriales de gran extensión y con requerimientos de tiempo real u operativos, ha de basarse en datos de teledetección.

Bibliografía

Carñel G., Brizuela A. y Romero C., 2002. Relevamiento arrocero en la Provincia de Entre Ríos mediante teledetección y SIG. Aceptado para el IV Coloquio sobre Transformaciones Territoriales «Sociedad, Territorio y Sustentabilidad: perspectivas desde el Desarrollo Regional y Local» Agosto de 2002, Montevideo – Uruguay.

Duke M., Martínez M. y Skelton J., 1999. IMAGINE Developers Toolkit Software Development. ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia, USA.

ESRI. 1998. ArcView GIS 3.2. Redlands, California, USA.

Hagan J. E., Eastman J.R. y Auble J.,1998. CartaLinx The Spatial Data Builder User's Guide. Clark Labs, Clark University, Worcester, MA USA.

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA EL CULTIVO DE ARROZ

Arguissain, G.G.[1]; Boffeli, A.[2]; Schlegel, C.[2] y Iconicoff, D.[2]

1- EEA. INTA C. del Uruguay
2- Estudiantes en formación – Univ. C. del Uruguay

Introducción

El alto impacto del costo de riego en el cultivo de arroz exige la necesidad de manejar el recurso hídrico con altos niveles de eficiencia. Esta exigencia no sólo involucra la relación económica sino además la necesidad de emplear racionalmente los recursos naturales que en el contexto actual cada vez resultan más limitantes y condicionan su estado de conservación. Para ello se realizó durante la campaña 2001/2002, un experimento con el propósito de generar mayor cantidad de conocimientos de los procesos que experimenta el cultivo en condiciones de restricción hídrica

Objetivo:

Evaluar la productividad de arroz en diferentes condiciones de disponibilidad hídrica.

Materiales y métodos:

La experiencia se realizó en el Campo Experimental de Arroz de la E.E.A. INTA C. del Uruguay.

El lote presentó como antecesor arroz y un año de descanso.

El cultivar empleado fue Don Juan INTA, sembrado el 25/10/01 y la emergencia se produjo el 07/11/01. La densidad de siembra fue de 200 kg/ha, y se aplicó fertilizante de base, con una dosis de 60 kg/ha de superfosfato triple. Se efectuó un tratamiento con Pendimetalin (4 l/ha de p.c.) para el control de malezas. Se efectuó un repaso con Starice (1l/ha) el 23/11/01.

Los tratamientos efectuados fueron los siguientes:

1) Límite de 80% de agua útil en el perfil de 0-12 cm. (En ocasiones, el consumo diario superó el 20% de agua útil disponible, el límite inferior promedio para estos días presentado por este tratamiento fue de 54% de agua útil). Alcanzado el límite inferior se regó hasta alcanzar capacidad de campo.

2) Saturación en el perfil de 0-12 cm.

3) Inundación.

Se efectuó un arreglo factorial con el agregado de 140 kg urea/ha, y sin la aplicación de urea.

El agregado de fertilizante nitrogenado se fraccionó 40 kg urea/ha en macollaje, 60 kg de urea/ha en diferenciación de primordio (14/01/02) y 40 kg urea/ha 10 días post diferenciación de primordio.

El sistema de riego empleado en los tratamientos 1 y 2 fue por aspersión. Las mediciones de humedad se efectuaron por gravimetría. El inicio de riego se realizó el 21/12/01, y la finalización el 20/03/02. Durante los días 28 al 31 de enero y 12 al 18 de febrero, se inundaron las parcelas con tratamiento de restricción. En el primer período para homogeneizar el contenido de agua en el perfil, y en el segundo caso por un aumento de la demanda previo al momento de floración.

El tamaño de parcela fue de 5m x 10 m. El diseño experimental fue en bloques al azar con 4 repeticiones.

Se evaluó la producción de materia seca en diferenciación (14/01/02), floración (18/02/02 al 01/03/02) y madurez (02/04/01), sobre un área de 1m x 0.2 m. Al momento de cosecha se evaluó los componentes del rendimiento en igual área que para los muestreos de materia seca. El rendimiento fue evaluado sobre un área de 3 m2. El número de panojas/m2 se estimó mediante la relación nº de panojas/m2=(Rendimiento area 3m2/peso de mil granos)*1000/granos llenos por panoja/3m2

Se evaluó la calidad y el rendimiento industrial.

Se efectuaron los análisis de varianza de las variables evaluadas.

Resultados y Discusión

No se hallaron diferencias en la producción de materia seca por efecto de tratamientos de riego ni interacción riego x fertilización. Sí se hallaron diferencias en la producción de materia seca en los tratamientos de fertilización (P<0.10) en los 3 estados fenológicos analizados (Cuadro 1).

Tratamientos	80 % AU		Saturado		Inundado		Media trat fertilización	
	Con N	Sin N	Con N	Sin N	Con N	Sin N	Con N	Sin N
MS diferenciación	323	255	291	267	306	255	306 a	259 b
	289		279		280			
MS Floración	982	766	975	731	1007	802	988 a	766 b
	874		853		905			
MS Cosecha	1372	941	1448	959	1450	1101	1423 a	1000 b
	1157		1203		1275			

Letras iguales en la fila no difieren significativamente (P>0.10) Test de Duncan.

Cuadro 1 Materia seca total (g/m2) para los diferentes tratamientos ensayados en diferenciación de espiguillas, floración , y a madurez (cosecha).

El peso por tallo fue diferente entre los tratamientos de fertilización (P<0.05) en los momentos de floración y cosecha. Los valores se muestran en el Cuadro 2

Tratamientos	80 % AU		Saturado		Inundado		Media trat fertilización	
	Con N	Sin N	Con N	Sin N	Con N	Sin N	Con N	Sin N
Diferenciación	0.5429	0.5738	0.5598	0.4935	0.5189	0.4811	0.5405	0.5161
	0.5583		0.5267		0.5000			
Floración	1.8236	1.3845	1.7473	1.3516	1.8599	1.6270	1.8132 a	1.4543 b
	1.6040		1.5494		1.7434			
Cosecha	1.3445	1.0753	1.5983	0.9950	1.5768	1.1829	1.506 a	1.0844 b
	1.2099		1.2966		1.3798			

Letras iguales en la fila no difieren significativamente (P>0.05) Test de Duncan.

Cuadro 2 Peso por tallo (materia seca g/tallo) para los diferentes tratamientos ensayados en diferenciación, floración y a madurez.

No hubo diferencias significativas en el número de tallos/m2 por efecto de los tratamientos ni interacción riego*fertilización (P>0.10). Se observó una tendencia a presentar un menor número de tallos en el tratamiento inundado al momento de cosecha. Hannada (1993) menciona que en condiciones de inundación, existe una inhibición de macollaje en los nudos basales, y se estimula el macollaje de los nudos superiores. La inducción de macollos en los nudos inferiores (macollos definidos más temprano) de los tratamientos de restricción puede ser la causa de la tendencia de estos tratamientos a presentar un mayor número final de tallos.

Tratamientos	80 % AU		Saturado		Inundado		Media trat fertilización	
	Con N	Sin N	Con N	Sin N	Con N	Sin N	Con N	Sin N
Diferenciación	600	455	520	530	560	530	560	505
	527		525		545			
Floración	555	555	565	535	545	495	555	528
	555		550		520			
Cosecha (panojas)*	426	448	422	453	362	363	403	421
	437		438		362			

(*El número de panojas fue estimado como nº de panojas/m2=(Rendimiento area 3m2/peso de mil granos)*1000/granos llenos por panoja/3m2)

Cuadro 3 Número de tallos (m2) para los diferentes tratamientos ensayados en diferenciación, floración y a madurez.

A diferencia de la experiencia realizada en la campaña 2000/2001 (Arguissain et al, 2001), el peso de los tallos en el tratamiento de 80% de agua útil con nitrógeno no presenta diferencias con el testigo inundado con el mismo nivel de fertilización. Es de mencionar que en esta experiencia el aporte de nitrógeno fue fraccionado, mientras que en la campaña anterior se realizó en diferenciación de primordio. El momento de fertilización más temprano podría permitir el logro de un alto número de tallos con alto peso de los mismos, al momento de floración.

O'Toole y Baldia (1982), encuentran reducciones en la absorción de nitrógeno por efecto del estrés hídrico. El nivel y momento de disponibilidad de este nutriente son estratégicos para limitar el efecto negativo del estrés hídrico. En el cuadro 4 se muestra el rendimiento y sus componentes para los diferentes tratamientos ensayados.

Tratamientos	80 % AU		Saturado		Inundado		Media trat fertilización	
	Con N	Sin N	Con N	Sin N	Con N	Sin N	Con N	Sin N
Rendimiento kg/ha	5898 a	3839 c	5762 a	3593 c	5798 a	4688 b	5819	4040
	4868		4677		5243			
Peso mil granos (g)	26.48	25.62	27.67	26.31	27.68	27.36	27.28 a	26.43 b
	26.05 b		26.96 a		27.52 a			
Vaneo (%)	19.6	18.7	18.2	16.1	16.3	13.1	18.0	16.0
	19.1		17.1		14.7			
Espiguillas/panoja (nº)	65	43	61	38	70	55	65 a	45 b
	54 b		49 b		62 a			

Letras iguales en la fila no difieren significativamente (P>0.05) Test de Duncan.

Cuadro 4. Rendimiento y sus componentes.

Se halló una interacción significativa (P<0.05) riego*fertilización en el rendimiento en grano. El rendimiento de los tratamientos de riego con nitrógeno fueron los mayores y no se diferenciaron entre sí, seguidos por el tratamiento inundado sin nitrógeno, diferenciándose a su vez éste de los tratamientos con restricción sin el agregado de nitrógeno que presentaron los rendimientos más bajos.

Los tratamientos Inundado y Saturado presentaron el mayor peso de mil granos, diferenciándose del tratamiento de 80% de AU. La fertilización con nitrógeno también produjo un mayor peso de mil granos. El porcentaje de vaneo no fue diferente entre los tratamiento, y sólo se observó una tendencia presentar un menor vaneo en el tratamiento de inundación.

El numero de espiguillas por panoja fue diferente entre los tratamientos de riego, presentando el mayor número el tratamiento con inundación. El aporte de nitrógeno también aumentó significativamente el número de espiguillas por panoja.

El agregado de nitrogeno en los tratamientos de restricción permitió compensar

la menor definición de espiguillas por panoja con un mayor número de panojas, generando de esta forma rendimientos equivalentes a los del tratamiento con inundación fertilizado. En el gráfico 1 se muestra que el aporte del diferencial de tallos a cosecha entre los tratamientos de restricción fertilizados y el tratamiento inundado con fertilización, representa alrededor del 15% del rendimiento obtenido.

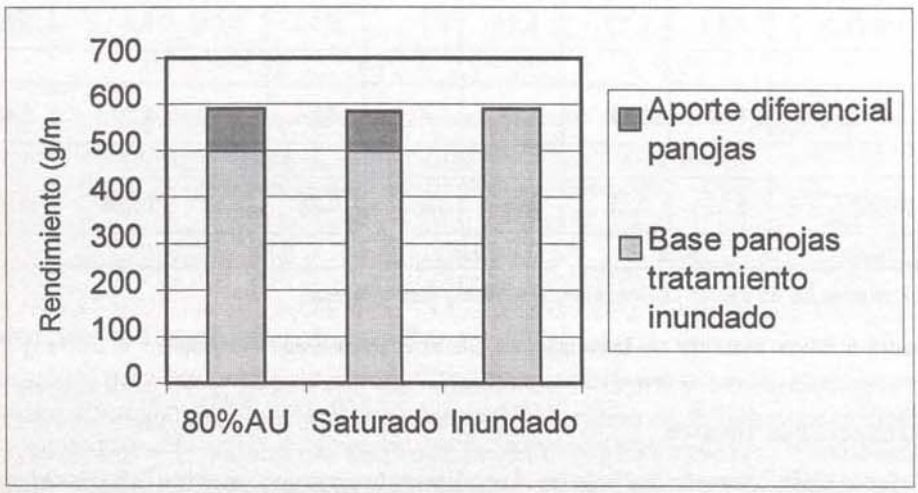


Gráfico1 Aporte del diferencial de panojas al rendimiento en los tratamientos de restricción fertilizados e inundado fertilizado.

Las fechas de panojamiento para los tratamientos de riego se muestran en el Cuadro5

Tratamiento	Fecha
80%	27/02/02
Saturado	22/02/02
Inundado	20/02/02

Cuadro 5 Fechas de panojamiento para los diferentes tratamientos de riego ensayados.

El tratamiento de 80% de agua útil fue el que presentó el mayor retraso en floración. Se observó un incremento del porcentaje de grano quebrado (interacción riego*fertilización) en los tratamientos de 80%AU y Saturado sin nitrógeno, el resto de los tratamientos no se diferenciaron entre sí.

El tratamiento con inundación presentó el mayor valor de grano panza blanca ($P<0.10$). El porcentaje de grano yesoso no fue diferente entre los tratamientos (Cuadro 6).

El período de llenado de granos del tratamiento de inundación coincidió con una alta frecuencia de días de alta temperatura. Esta condición sería la causal, tal como lo cita Livore (2000) del mayor porcentaje de grano panza blanca en este tratamiento.

Tratamientos	80 % AU		Saturado		Inundado		Media trat fertilización	
	Con N	Sin N	Con N	Sin N	Con N	Sin N	Con N	Sin N
Total (%)	67.3	67.1	67.0	66.2	67.4	66.9	67.3	66.8
	67.2		66.6		67.1			
Quebrado (%)	7.8 a	8.1 a	5.9 b	8.7 a	6.0 b	7.0 ab	6.6	7.9
	7.9		7.3		6.5			
Panza blanca (%)	1.60	1.74	1.25	1.73	3.77	3.88	2.20	2.45
	1.67 b		1.49 b		3.82 a			
Yesoso (%)	0.13	0.13	0.06	0.09	0.22	0.18	0.136	0.133
	0.13		0.075		0.20			

Letras iguales en la fila no difieren significativamente (P>0.05) Test de Duncan.

Cuadro 6 Calidad industrial del grano para los diferentes tratamientos ensayados.

Consideraciones finales

El efecto de interacción hallado en el rendimiento en grano permite orientar el manejo de restricción de riego. La mayor disponibilidad de nitrógeno en los tratamientos con restricción hídrica permitió compensar el número de espiguillas y lograr rendimientos similares al tratamiento con inundación.

Resulta clave para la definición del rendimiento, lograr en los tratamientos de restricción un alto número de tallos de alto peso al momento de floración. Considerando que la inducción de estos tallos se produce, se hace necesario complementar con una buena nutrición para que estos alcancen un nivel de biomasa crítica y ser productivos.

Resulta imprescindible considerar que las modificaciones en el manejo de riego del cultivo deben estar acompañadas de nuevas estrategias de fertilización.

Bibliografía

Arguissain G.; Durand, A.; Boffeli, A.; Schlegel, C.; y Occhi, M. 2001. Disponibilidad hídrica para el cultivo de arroz. Resultados Experimentales 2000-2001. EEA. INTA C. del Uruguay-Proarroz. 33-38p

Hanada, K.. 1993. Tillers. Science of the rice plant. Chapter 4, V. One. Morphology. Matzuo T. and Hoshikawa K. Food and Agriculture Policy Research Center. Tokyo 248-249 p.

Livore A. B. 2000. Granos panza blanca. Resultados Experimentales 1999-2000. EEA. INTA C. del Uruguay-Proarroz. 27-34p

O'Toole, J.C., Baldia, E.P.. 1982. Water Deficits and Mineral Uptake in Rice. Crop Sc.22(6).p1144-1150.

CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO DE ORIGEN SUPERFICIAL Y SU RELACION CON LA CONDICION DE SUELOS ARROCEROS

Wilson, M. [1]*; Valenti, R.* [1]*; Cerana, J.* [1]*; Díaz, E.* [1]*; Reggiardo, E.* [2]*; Barral, G.* [4]*; Dacunda, P.* [2]*; Ojeda, J.* [2]*; Chajud, A.* [3] *y Befani M.R.* [1]

1- Dpto. Ciencias de la Tierra. Facultad Ciencias Agropecuarias - UNER
2- Asesor Privado
3- Cátedra Microbiología Agrícola. Facultad Ciencias Agropecuarias - UNER
4- Tesista alumno. Facultad Ciencias Agropecuarias - UNER

Exposición del problema de estudio

Favorecido por el bajo valor económico de la tierra y beneficios provinciales impositivos, una red hidrográfica importante, el incremento de la demanda de arroz por parte de Brasil y la existencia de productores con alta capacidad financiera, se ha desarrollado en los últimos años en el centro-norte de Entre Ríos un modelo de producción de arroz basado en el uso de agua superficial mediante la construcción de presas de tierra.

Este nuevo modelo permite regar una mayor superficie por toma, debido a que se pueden extraer mayores volúmenes de agua y a las características más planas del terreno en esa área de la provincia. El tamaño promedio de lote arrocero provincial es de 63 ha, mientras que aquellos regados con agua superficial presentan una superficie media de 87 ha. El 94% de la superficie embalsada corresponde a los Dptos. Feliciano, Federal y Federación, con un total de 43 presas sobre 59 (Carñel *et al.*, 2002).

Reggiardo (1999) indica que las necesidades de insumos del sistema arrocero regado a partir de embalses son similares a las de pozo, ya que en el inicio son tierras vírgenes (desmonte) con escasa o nula presión de malezas y se requieren dosis bajas de fertilizantes. Sin embargo, son importantes los costos de amortización de la presa, infraestructura vial, distancias a molinos arroceros, incidiendo en gran medida sobre el flete. No obstante, el costo de producción es inferior en un 10-15% respecto al de pozo.

Debido a razones netamente de precios de mercado, el área arrocera de Entre Ríos ha disminuido notablemente, pasando de 160.000 ha en la campaña 1999-00 a menos de 40.000 ha para la actual campaña. Sin embargo, la utilización de agua superficial para riego de arroz ha crecido en importancia relativa. En 1994-95 ocupó un 7% del área arrocera provincial y para 2001-02 se estima en un 35%.

Los suelos inundados en producción arrocera, soportan cambios químicos y biológicos resultantes de las alteraciones físicas producidas en el medio según las necesidades del cultivo de arroz y modalidades de producción, presentando condiciones muy diferentes a la de los terrenos drenados. Ahmad (1988) ha informado sobre los cambios que ocurren en los suelos al someterse a un período de inundación que se dan más o menos rápidamente durante los primeros 30 días de inundación, donde se alcanza una relativa estabili-

zación de las propiedades que se mantiene en el tiempo. Estos cambios son en alguna manera reversibles cuando el suelo es drenado, y el grado de reversibilidad depende del tiempo de inundación y de las condiciones existentes durante ese lapso.

En el caso del riego de arroz se crean condiciones para el lavado de sales evitando la concentración salina y la precipitación de carbonatos durante el período del cultivo. Sin embargo, la repetición de los ciclos de cultivo y la baja permeabilidad de los suelos Vertisoles pueden provocar una sodificación gradual.

Experiencias locales como la citada por Currie *et al.* (2001) en un estudio de calidad de agua de origen superficial para riego de arroz en Corrientes, adopta las directrices de Grist (1982) quien considera como agua de buena calidad a aquella que presenta una RAS menor a 10 y una CE menor a 750 $mScm^{-1}$ y de Urien (1995) que toma como valor máximo de carbonato + bicarbonato a 650 mgl^{-1}.

Cuando en el agua de riego se presentan altos valores de bicarbonato, como es el caso del agua subterránea de la zona de estudio, en el suelo se produce el reemplazo del calcio y el magnesio adsorbidos a los coloides por el sodio, precipitando todo el calcio y el magnesio. El carbonato de calcio se insolubiliza, el dióxido de carbono difunde al exterior, el agua es absorbida por las raíces, con reemplazo del calcio intercambiable por el sodio de la solución (Cerana, 1977).

En tal sentido, se debe tener en cuenta que valores relativamente bajos de sodio de intercambio pueden inducir una dispersión superficial, lo que en la práctica representa un encostramiento superficial (Costa, 1998). Wilson *et al.* (2001) hallaron que suelos vertisólicos arroceros regados con agua de origen superficial mostraron un menor deterioro en la estructura del suelo respecto a aquellos en los que se utilizó agua subterránea, atribuible a la mayor participación del ion sodio en el complejo de cambio del suelo. El agua superficial (Río Gualeguaychú) cuenta con 15 $mg.l^{-1}$ de Na^+ y una RAS muy baja de 0,7, mientras que para el agua subterránea es de 92 mgl^{-1} y 3,0 respectivamente. El contenido de sodio de intercambio (CSI) en suelos sin riego es de 0,47 $cmol_c kg^{-1}$, mientras que para lotes con tres años de arroz, regados con agua subterránea el valor de sodio en el suelo aumentó a 1,45 $cmol_c kg^{-1}$ y aquellos regados con agua superficial a 1,08 $cmol_c kg^{-1}$, incrementándose el CSI en relación con la situación inicial en 208% y 129%, respectivamente. Se deduce que la calidad del agua superficial presentaría mejor calidad, pero no se conocen en profundidad los efectos sobre los suelos regados de Entre Ríos.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la calidad del agua para riego de origen subterránea y superficial (ríos, arroyos y de embalse) y su relación con la condición de suelos arroceros, en el área de concentración de presas de Entre Ríos.

Materiales y métodos

En el área de mayor concentración de presas para riego, Dptos. Feliciano, Federal y Federación, en octubre y noviembre de 2001, se realizó el muestreo de agua de 6 embalses. Asimismo, se obtuvieron muestras del agua subterránea correspondiente al sitio donde se encuentran localizadas las presas seleccionadas, y se sumaron 3 embalses más localizados en el Dpto. Monte Caseros, Corrientes.

En las mismas campañas de campo, se tomaron muestras de ríos y arroyos que a la fecha

se encontraban en crecida, relacionándose la calidad del agua de los mismos con la información colectada en julio de 2001 (en estiaje).

Los sitios relevados fueron:

E° Miraflores, E° Santa María, E° Don Roque (2 embalses), E° Pilecco, E° Timboy (3 embalses) y E° La Clodomira.

En cada una de las muestras de agua para riego se determinó y calculó pH, CE (Conductividad Eléctrica). Aniones: $SO_4^{=}$ (Sulfatos) por gravimetría, $CO_3^{=}$ (Carbonato), CO_3H^- (Bicarbonato) y Cl^- (Cloruros) por volumetría, y Cationes: Ca^{+2} (Calcio) y Mg^{+2} (Magnesio) por complejometría y Na^+ (Sodio) por fotometría de llamas (Richards, 1970 y Jackson, 1976). Se estimó además la RAS (Relación de Adsorción de Sodio) y RAS ajustado (Ayers y Westcot, 1987) para la definición de la calidad del agua para riego. Se seleccionaron 6 sitios donde se obtuvieron muestras de suelo compuestas en un muestreo superficial (00-12 cm, con pala sin disturbar). Ellas corresponden a: condición inalterada (monte o bajo alambrado), laboreado sin arroz (No-Az) y laboreado con diferente historia arrocera. Los suelos arroceros de la zona de presas son Intergrados y presentan características vérticas. En los planos altos y divisorios de aguas predominan los suelos correspondientes a las Series Los Conquistadores y Garat, ambos Argiacuoles vérticos. En las planicies suavemente onduladas Serie Caraballo (Peluderte argiacuólico), Serie Garat y otros suelos menores, por ejemplo Ocracualfes vérticos de la Serie Miñones (Plan Mapa de Suelos de Entre Ríos, 1984).

Características químicas: Se determinó CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) y cationes intercambiables: Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^+ y K^+. Además de valores de %MO (Materia Orgánica) y pH. Del extracto de saturación se obtuvo la conductividad eléctrica (CE) (Richards, 1970), cationes solubles según Jackson (1976) y se calculó la RAS.

Características físicas: El K de percolación e Is (índice de inestabilidad) de estabilidad estructural de suelos (Hénin *et al.*, 1972) se tomaron como índice de deterioro. Se determinó además la textura.

Para detectar diferencias significativas se realizó Análisis de variancia (ANOVA) y Test de comparación múltiple de medias (Tukey al 5%), además de la prueba T de diferencias de medias para los cursos de agua superficial.

Resultados y discusión

Respecto a la calidad del agua para riego, en todas las variables analizadas existieron diferencias significativas entre el agua subterránea y el agua superficial, no existiendo diferencias entre embalses y cursos superficiales.

Se considera que el agua de embalse y de cursos superficiales es apta para su utilización en el riego de arroz, al presentar baja relación de adsorción de sodio (RAS) y baja conductividad eléctrica, mientras que la de origen subterráneo presenta riesgos de sodificación y salinización, según el diagrama de Riverside (Tabla 1 y Fig. 1). En

la E° Miraflores y E° Don Roque el RAS ajustado supera el valor de 18, es decir agua con muy alto peligro de sodificación, donde su utilización puede traer riesgos de deterioro de la estructura de los suelos al aumentar el número de campañas arroceras. En definitiva, para suelos donde predominan arcillas montmorillonitas se esperarían problemas graves al utilizar agua subterránea para riego.

	pH	CE μScm^{-1}	$Ca^{+2}+Mg^{+2}$ mgl^{-1}	Na^{+} mgl^{-1}	$SO^{=}$ mgl^{-1}	Cl^{-} mgl^{-1}	CO_3H^{-} mgl^{-1}	RAS	RAS ajust.
Embalses	6,26	113,2	40,15	7,8	0,16	26,59	160,17	0,51	0,64
desvío(±)	*0,46*	*17,4*	*27,13*	*6,1*	*0,08*	*3,55*	*35,84*	*0,43*	*0,49*
Cursos	6,18	46,8	46,88	4,6	0,23	28,36	162,61	0,24	0,37
desvío(±)	*0,31*	*17,0*	*17,01*	*1,8*	*0,08*	*4,20*	*31,11*	*0,10*	*0,14*
Pozos	6,93	1106,8	93,14	143,7	0,20	33,68	618,42	5,56	12,50
desvío(±)	*0,22*	*267,1*	*33,67*	*56,1*	*0,10*	*3,55*	*101,22*	*2,61*	*5,48*

Tabla 1: Caracterización físico-química del agua de embalses, agua subterránea y de cursos de ríos y arroyos en crecida, correspondientes al área de estudio.

Existen diferencias significativas en el agua superficial en estiaje respecto a cuando se encuentra en crecida, según Prueba T y una probabilidad del *0.05*, en las siguientes variables: CE, Na^{+}, RAS y RAS ajustado, con un valor promedio en estiaje de **747** μScm^{-1}, **42,4** mgl^{-1}, **1,14** y **2,77** respectivamente. Si bien, cuando disminuyen los niveles de agua en los cursos superficiales aumenta notablemente la salinidad, no se presentarían riesgos de sodificación al utilizarla para riego.

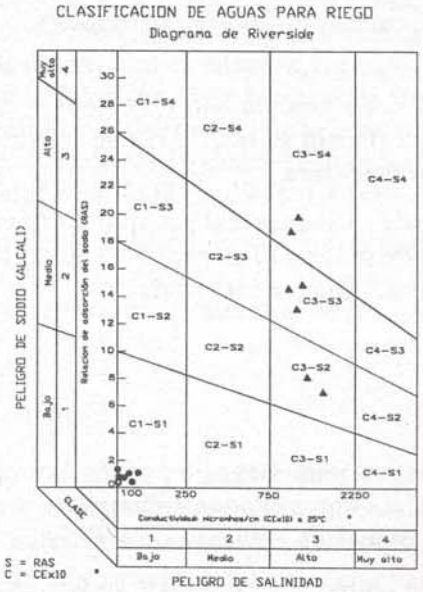


Figura 1: Diagrama de Riverside donde se muestra la calidad de agua de embalses (·) y de origen subterráneo (D).

Area analizada: Federal, Los Conquistadores y Chajarí

REFERENCIAS:

- o Muestras de aguas de embalses
- ▲ Muestras de aguas subterráneas

Efecto del uso arrocero sobre las condiciones físico-químicas del suelo

En todos los casos el sistema de producción arrocero comenzó a desarrollarse a partir de la construcción de las presas durante las campañas 94-95. Poseen escasa historia agrícola y en general se han ido incorporando los lotes a través de la práctica de desmonte.

El horizonte superficial de los suelos analizados es de textura Franco arcillo - limosa, con valores que oscilan entre 56 % a 67 % de limo y de 30 % a 37 % de arcilla y bajos porcentajes de arena. Asimismo, en E° Timboy, la textura también es Franco arcillo - limosa, pero con valores superiores al 10 % de arena. Se observa un excelente estado estructural reflejado por los altos porcentajes de agregados estables y bajo índice de inestabilidad (Is). A la permeabilidad inicial (índice k) se la puede considerar como media, si se la relaciona con los valores de los diferentes suelos provinciales, y es debido a la alta proporción de limo en la textura. El pH de los suelos es levemente ácido y el contenido de sodio de intercambio (CSI) es muy bajo. Presentan buenos tenores de MO y el fósforo extraible (Pe) posee valores medios a bajos, siendo necesaria la fertilización de cultivos agrícolas.

Al relacionar el NaR (sodio aplicado con el agua de riego) y el sodio que queda en el suelo, se observo una muy leve tendencia a acumularse ($R^2 = 0.25$). Por otra parte, al aumentar la participación del arroz en la rotación se presenta un leve incremento del CSI (contenido de sodio de intercambio), pero no se superan los valores de 0,6 $cmol_c.kg^{-1}$. En el caso del riego con agua de origen subterránea la pendiente de incremento del CSI en función de los años con cultivos de arroz (Fig. 2), presenta mayor respuesta, alcanzando valores para los mismos períodos considerados de 1,5 $cmol_c.kg^{-1}$ (Wilson *et al.*, 2001).

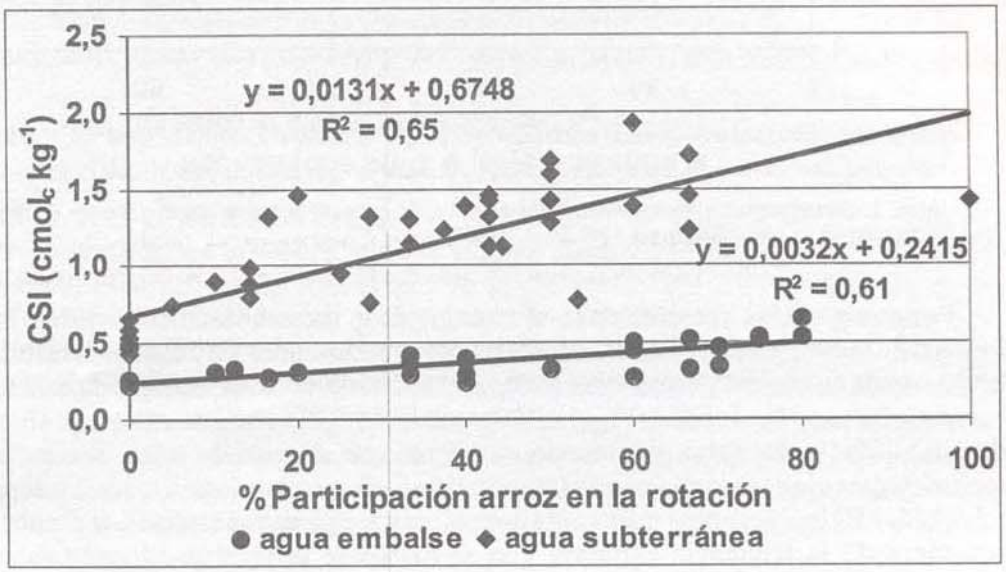


Figura 2: Aumento del contenido de sodio en el suelo, según origen del agua de riego en función de la participación del arroz en la rotación.

Con el objeto de conocer los efectos de la calidad del agua de embalse sobre la permeabilidad se relacionó el CSI con el índice k. Puede considerarse que a pesar de presentarse una leve tendencia a aumentar el sodio en el suelo con los años de arroz, no se observó un efecto significativo sobre la permeabilidad ($R^2 = 0.09$), debido a que el CSI se mantiene en valores relativamente bajos.

Respecto a la CE del extracto de saturación del suelo, se observa que cuando se utiliza agua de embalse para riego ésta disminuye en función de la participación del arroz en la rotación, comportamiento totalmente diferente al hallado en suelos regados con agua subterránea (Fig. 3). La pérdida de sales en el suelo puede ser perjudicial para la estabilidad estructural cuando se dan aumentos del sodio de intercambio, debido a que las sales neutralizan su efecto negativo. Sin embargo, de acuerdo a lo hallado y en función del manejo del cultivo de arroz que se realiza en la zona, no existirían problemas. Por lo tanto, y en referencia al planteo técnico de combinación de aguas de diferentes orígenes (subterránea y de embalse) para el riego, se considera necesaria una investigación en profundidad sobre el efecto de esta técnica en los suelos del área de embalses.

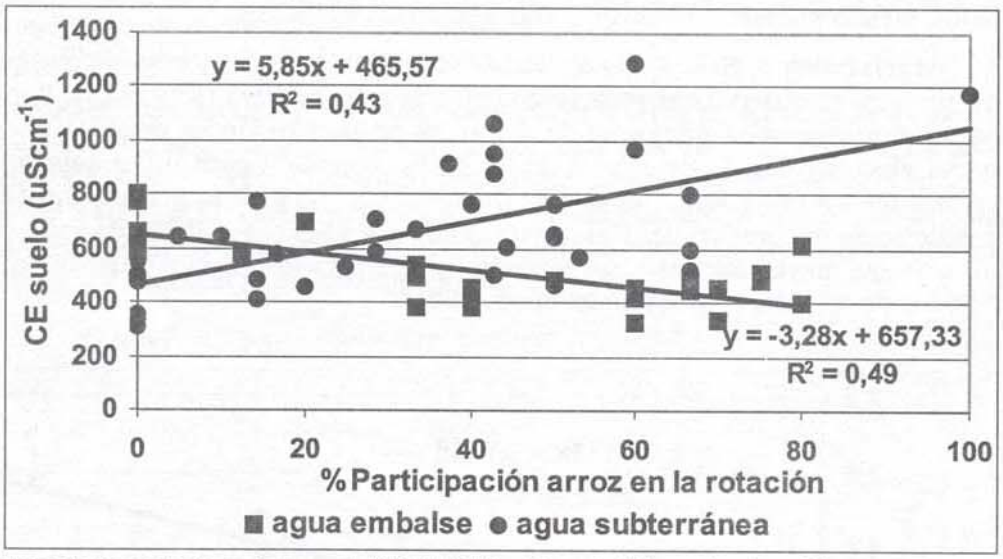


Figura 3: Comportamiento de la conductividad eléctrica del suelo (CE), según origen del agua de riego en función de la participación del arroz en la rotación.

Por otra parte, se presenta un leve aumento de la inestabilidad estructural (Is) en función de la pérdida de la materia orgánica, mostrando una curva y tendencia similar a la observada en suelos Vertisoles regados con agua subterránea, reflejando a la fecha buenos índices de estabilidad (Fig. 4). Por encima de 5,5 % de MO no existen problemas de estabilidad estructural, y teniendo en cuenta que se trata de lotes incorporados recientemente a la actividad agrícola (menor a 10 años), no se presentan valores inferiores a 3,8 % de MO que permiten mantener altos valores de agregados estables. Sin embargo, considerando la tendencia expuesta y si se mantiene la presión agrícola sobre el suelo, se esperaría con el tiempo un deterioro de la estructura.

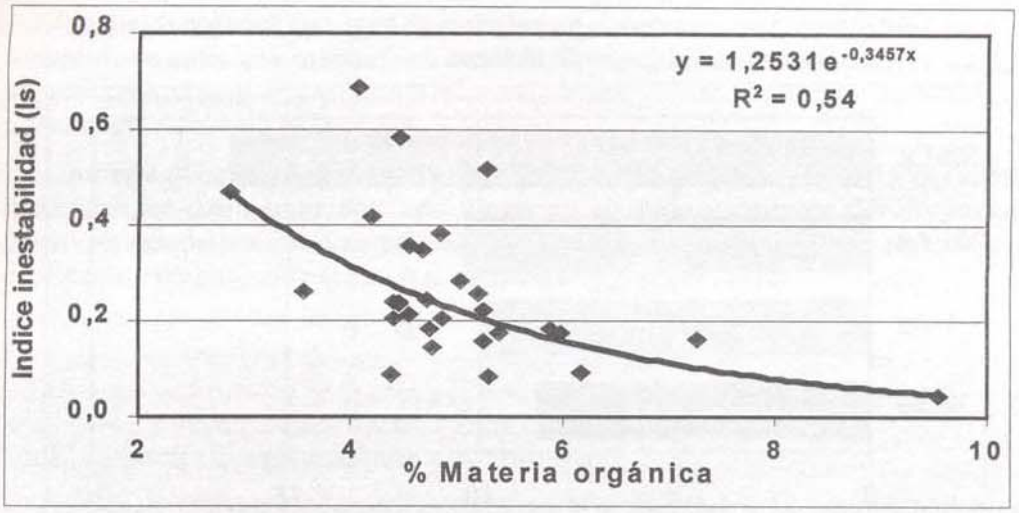
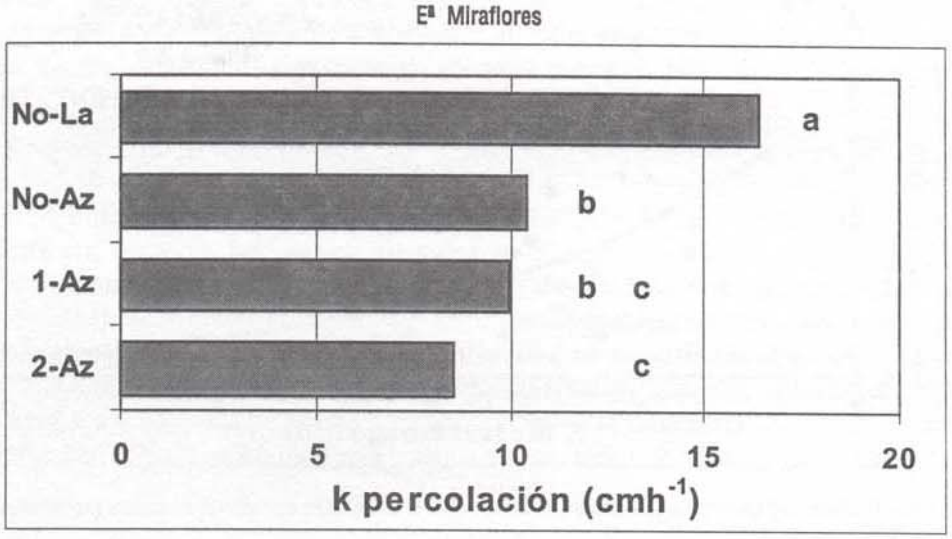


Figura 4: Efecto del sistema de producción de arroz sobre la estabilidad estructural de suelos Argiacuoles vérticos.

La combinación de los índices k e Is se utiliza normalmente para comprobar efectos de sistemas de producción agrícola sobre la estructura del suelo. En este caso, al aumentar la participación del arroz en la rotación, se observa una regular asociación entre dichos índices, ya que el indicador Is es levemente afectado por el manejo y prácticamente no hay ningún efecto sobre la permeabilidad. El deterioro de la estructura no es tan marcado como el observado en lotes regados con agua subterránea y con larga historia agrícola, debido a que se trata de lotes recién incorporados a la actividad, donde se mantienen buenos tenores de materia orgánica y no existe pérdida de la permeabilidad al no haber efecto del sodio de intercambio.

Efecto del uso arrocero sobre las condiciones físico-químicas del suelo para los diferentes sitios

Se evaluó la permeabilidad del suelo tomando el índice k como indicador, observando en todos los sitios que los valores disminuyen respecto a la situación inalterada, para diferentes situaciones de participación del cultivo de arroz en la rotación. Por otra parte, no se observaron diferencias significativas respecto a la agricultura sin arroz o cuando se incluyó pradera en Eª La Clodomira, Eª Don Roque y Eª Timboy. Se presentó deterioro en la permeabilidad del suelo a partir de la segunda campaña arrocera (Fig. 5) en la Eª Miraflores, donde no existen diferencias significativas entre la situación donde nunca tuvo arroz (No-Az) y 1 año de arroz (1-Az), pero sí con 2-Az, mientras que en Eª Santa María no se encontraron diferencias entre la situación inalterada (No-La), pradera luego de 1 año con arroz (Az-3Pp) y 1-Az, difiriendo respecto a 2-Az y 3-Az.



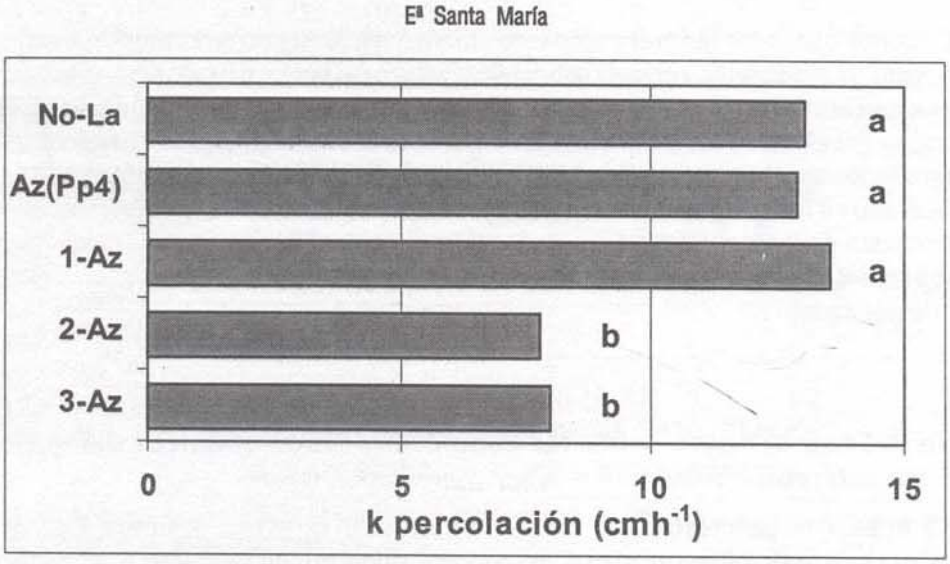


Figura 5: Efecto del uso arrocero sobre la permeabilidad de suelos regados con agua de embalse. Sitios Eª Miraflores y Eª Santa María.

Estos suelos presentan originalmente una permeabilidad más baja al ser más limosos que en la zona núcleo arrocera (arcillo-limosos) y los predispone a ser más susceptibles al deterioro del sistema poroso y a la pérdida de estructura. Sin embargo, el riego con aguas de buena calidad disminuye los efectos adversos que se han presentado en aquella zona, donde los suelos al ser regados con aguas de pozo presentaron pérdida de la permeabilidad al aumentar el contenido de sodio de intercambio.

En suelos regados con agua de embalse, se observó un incremento muy leve en el contenido de sodio que no estaría afectando a la permeabilidad, pero en algunos sitios se ha presentado una disminución en la misma al aumentar los años con arroz que podría estar relacionado al cambio en la dinámica del hierro.

Durante el cultivo de arroz, 3 meses con una lámina de agua de 15 cm sobre la superficie, se dan condiciones reductoras en el suelo y en tales circunstancias el hierro se reduce y solubiliza pasando a un estado libre y móvil. En algunos casos explicaría evidencias de toxicidad en el cultivo y en el suelo.

Calidad bacteriológica del agua de embalses

El objetivo del presente punto fue investigar la presencia de la bacteria Escherichia coli como indicador de contaminación fecal en aguas de embalses a los efectos de correlacionar ésta con microorganismos patógenos tanto para el hombre que trabaja en contacto con dichas aguas como para los animales que beben de ellas.

Dentro del grupo de microorganismos patógenos se podrían enumerar un sinnúmero de bacterias, virus y parásitos causantes, en la mayoría de los casos de enfermedades, algunas graves otras que pueden pasar desapercibidas (por no presentar sintomatología clínica) provocando trastornos en la nutrición e interfiriendo con el desarrollo normal, con la consiguiente disminución en la producción.

Se establecieron varios puntos de muestreo en los embalses durante la campaña arrocera 2001. Las muestras se recolectaron en recipientes estériles por duplicado a una profundidad comprendida entre los 10 y 20 cm. Para su transporte se acondicionaron y mantuvieron refrigeradas hasta el momento del procesamiento.

Los valores hallados en el recuento de mesófilos aerobios totales (MAT) mostraron una gran disparidad, coincidiendo el mayor número de colonias desarrolladas con aquellos embalses con mayor vegetación sobre el espejo de agua. Lo hallado indicó que la presencia de los vegetales resulta un reservorio natural, y que en el proceso de descomposición se estaría proveyendo los sustratos necesarios para el desarrollo y multiplicación de las bacterias.

Con respecto al número de coliformes, se observó que la disparidad no fue tan notoria entre los diferentes embalses y que su cantidad no está íntimamente relacionada con el recuento de MAT. Este grupo de Coliformes se conforma de un amplio número de géneros de bacterias distribuidas en la naturaleza (aire, suelo y agua), dentro de las cuales se encuentran los colifecales cuyo representante, Escherichia coli, es el indicador de contaminación fecal.

La *ausencia* de esta última en los resultados obtenidos, permitió establecer que las aguas de embalses para el período del año considerado (verano) se encontraban libres de este tipo de contaminación.

CONCLUSIONES

- Se considera que el agua de origen superficial es apta para su utilización en el riego de arroz, al presentar baja relación de adsorción de sodio y baja conductividad eléctrica, mientras que las de origen subterráneo presentan riesgos de sodificación, con el consiguiente problema estructural de los suelos.

- Se observó un muy leve incremento del sodio de intercambio en el suelo al aumentar la participación del arroz en la rotación, manteniéndose en valores muy bajos, permitiendo que no se produzca pérdida de la permeabilidad. Sin embargo, la caída de este índice en los lotes con más de dos años de arroz, podría estar relacionada al cambio en la dinámica del hierro, hecho que merece ser tenido en cuenta en próximos trabajos de investigación.

- Se presenta un leve aumento de la inestabilidad estructural del suelo en función de la pérdida de la materia orgánica. Al tratarse de lotes incorporados recientemente a la actividad agrícola (menor a 10 años), no se presentan valores inferiores al 4 % de materia orgánica que permiten mantener altos valores de agregados estables. Por otra parte, considerando la tendencia y si se mantiene la presión agrícola sobre el suelo, se esperaría con el tiempo un deterioro de la estructura.

- La calidad bacteriológica del agua de embalses es óptima, sin contaminación por colifecales.

Agradecimientos

A la Fundación Proarroz que financió los estudios, a los técnicos y productores de la actividad por su colaboración y sugerencias y al equipo de docentes e investigadores del Proyecto «Sustentabilidad del cultivo de arroz en la provincia de Entre Ríos» que colaboró en la toma, análisis y discusión de los datos y resultados.

Bibliografía

Ahmad N. (1988). Management of Vertisols in the humid tropics. In Vertisols Their distribution, properties, classification and management. Ed. Larry P. Wilding, Ruben Puentes. Tech. Monograph N° 18. Soil Management Support Services. Texas. Chapter 6: 97-115.

Ayers R.S. y D.W. Westcot (1987). La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO: Riego y drenaje. 85 p.

Carñel G., Díaz E., Duarte O., Wilson M. y L. Lenzi (2002). Identificación y cuantificación de las presas para riego en la provincia de Entre Ríos. Congreso Argentino de presas y aprovechamientos hidroeléctricos. San Juan, Argentina. 8 p.

Cerana, L. (1977). Suelos Halomórficos. Curso de Post grado Universitario. Universidad Católica de Santa Fe. Facultad de Edafología. 65 p.

Costa J. (1998). Calidad de agua para riego. EEA INTA Paraná – IPG. 4 p.

Currie H., Martínez G. y M. Ortíz (2001). Evaluación de la calidad del agua utilizada en el riego de arroz, en el centro-sur de Corrientes, Argentina. *Información Tecnológica.* 12(1): 35-38.

Henin S., Gras R. y G. Monnier (1972). El perfil cultural, el estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 340 pp.

Jackson M.L. (1976). Análisis químico de suelos. Tercera Edición. Ed. Omega S.A. Barcelona, España. 662 pp.

Plan Mapa de suelos de la provincia de Entre Ríos. Convenio INTA-Gobierno de Entre Ríos (1984). Suelos y erosión de la provincia de Entre Ríos. Segunda Ed. Tomo I y II. Serie Relevamiento de Recursos Naturales (1) INTA-EEA Paraná. Entre Ríos. 112 p.

Reggiardo E.H. (1999) Sistemas arroceros de la provincia de Entre Ríos. Secretaría de la Producción. Provincia de Entre Ríos. 7 páginas. Inédito.

Richards L. (1970). Suelos salinos y sódicos. Diagnóstico y rehabilitación. Centro Regional de Ayuda Técnica. Manual de Agricultura N° 60. 172 p.

So H.B. and L.A.G Aylmore. (1993). How do sodic Soils Behave? The effects of sodicity on soil physical behaviour. *Aust. J.Soil Res.* 31:761-778.

Wilson M., Cerana J., Valenti R., Rivarola S., Banchero C., Díaz E. y R. Benavídez (2001). Evaluación de la calidad del agua de riego y su relación con la condición de suelos arroceros. *Revista Fundación Proarroz. Resultados experimentales.* 10: 51-59.

EFICIENCIA DE CONVERSION DE ENERGIA DE BOMBEO EN AGUA EN EL RIEGO DEL ARROZ EN ENTRE RIOS

Díaz, E.[1]; Pozzolo, O.[1,2]; Duarte, O.[1]; Mendieta, M.[1]; Valenti, R.[1]; Fontanini, P.[1]; Noir, J.[1]; Barral. G.[1] y Lenzi, L.[3]

1- Universidad Nacional de Entre Ríos.
2- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
3- Instituto Nacional del Agua.

RESUMEN

La Provincia de Entre Ríos sustenta a partir de la explotación de agua subterránea el riego de cultivo de arroz. El arroz irrigado a partir de perforaciones profundas abastecía entre el 80 y 90% de la superficie, y por ende los volúmenes de agua. La reconversión de las fuentes de abastecimiento de agua ha incrementado los abastecimientos desde las superficiales en desmedro de las subterráneas (Proarroz, 2001).

Se presenta el análisis de las campañas realizadas en los años 2000/2001 y 2001/2002 las que contaron con financiamiento de la Fundación Proarroz y con fondos propios de la UNER y del INA, dentro del marco del convenio del Proyecto "Sustentabilidad del cultivo del arroz en la Provincia de Entre Ríos", financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de la Nación.

Se analizaron 40 sistemas de extracción de agua evaluando caudales, consumos de combustible y pérdidas por transmisión desde bomba al cabezal del motor. Las fuentes de energía analizadas fueron combustibles líquidos como Gas Oil, Agro Diesel e IFO 10, gas propano - butano y energía eléctrica.

Las perforaciones analizadas tienen entre 45 y 90 metros de profundidad con caudales aforados que oscilan entre 168 a 594 m^3/hora. Su caudal medio es de 360 m^3/hora, con consumos de combustibles líquidos desde 12.5 hasta 33.6 litros/horas, y potencia de energía eléctrica que varían desde 45 hasta 90 Kwh.

El 60 % de los sistemas evaluado presentan rendimientos inferiores al 40%, y se han ensayados pozos de alto rendimiento, que se corresponde a sistemas con bombas probadas, que trabajan dentro de rangos óptimos de sus curvas características, motores bien dimensionados y trabajando en rangos de bajo consumo específico de combustible y sistemas de transmisión cardánico.

Se presenta asimismo el esquema previsto en el Proyecto de Extensión dentro del marco de la UNER en convenio con la Fundación Proarroz y la EEA del INTA Uruguay para transferir al medio los resultados de las investigaciones llevadas adelante en ambas campañas.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Entre Ríos es la principal productora de arroz del país, y dado que la disponibilidad de fuentes de agua, al emplazarse sobre uno de los acuíferos más productivos y de altos rendimientos con un número de perforaciones que supera a las 2000 perforaciones, las que tienen un potencial de riego de 140.000 has con agua de origen subterráneo. Es por ello que el crecimiento de la superficie puede basarse en las próximas campañas en un uso intensivo de las fuentes de agua de dicho origen. Por otra parte los aprovechamientos de aguas superficiales instalados y en proyecto de construcción son capaces de abastecer de agua para riego a unas 15.000 a 20.000 Has (Reggiardo, 1999).

Esta situación exige una inmediata respuesta al sector, donde se deben replantear los sistemas de producción y buscar ajustar los costos de riego, reduciendo las pérdidas por ineficiencia de los sistemas, la utilización de combustibles más económicos, o alternativas como la utilización de motores eléctricos (Mendieta 2000 y Díaz *et al,* 2001).

Es por ello que la Fundación Proarroz, el INTA EEA Uruguay y la Universidad Nacional de Entre Ríos llevaron a cabo trabajos de investigación referidos a funcionamiento de sistemas de extracción de aguas subterráneas.

METODOLOGIA

Dado los antecedentes de la campaña 2000/2001 en la campaña correspondiente al período 2001/2002 se definió intensificar la investigación en áreas donde no se había recopilado información en la campaña previa. Para ello se seleccionaron perforaciones en las que se midieron caudales y consumo de combustible para distintos regímenes de bombeo, determinado el costo unitario del volumen de agua para cada combustible.

Se utilizó como equipo de medición un aforador con registro digital de volúmenes, un contador de revoluciones por minuto para mediciones tanto del cabezal de la bomba y del motor, cronómetros, un GPS para referenciar los estudios al sistema Gauss Krugger que utiliza el Instituto Geográfico Militar de la Argentina y un sistema adaptado para medir los consumos de los combustibles líquidos utilizados.

En todos los casos en que se utilizaba combustible líquido se tomaron mediciones de caudales y consumos en 4 a 6 regímenes de revoluciones por minuto del motor, a los efectos de definir el consumo específico del combustible y determinar el rango óptimo de operación.

RESULTADOS

La Tabla N° 1 presenta los resultados de las mediciones obtenidas en las 40 perforaciones ensayadas, indicando, caudal máximo registrado, consumo de combustible y la conversión de litros de combustible a volumen de agua entregado por unidad de tiempo, costo del agua, asimismo se indica el tipo de combustible utilizado.

Lugar	Caudal Máximo [m^3/hora]	Consumo [litros/h] ó kwh]	Conversión [m^3/lt] ó [m^3/kwh]	Costo de agua [m^3/$]	Tipo de Combustible
Col. Espíndola	261,0	17,5	14,9	11,9	IFO10
Jubileo 1	464,0	28,0	16,6	13,3	IFO10
Lucas Norte 1	420,0	24,7	17,0	13,6	Gasoil
Jubileo 2	573,0	22,0	26,1	20,8	IFO10
Lucas Norte 2	420,0	24,3	17,3	13,8	Gasoil
Villa Clara	324,0	24,0	13,5	10,8	IFO10
Villa Elisa 1	486,0	29,2	16,6	13,3	IFO10
Villa Elisa 2	597,0	30,5	19,6	15,7	IFO10
Villa Mantero (1)	291,0				IFO10
Isleta 1	427,0	24,2	17,6	14,1	IFO10
Isleta 2	316,0	19,8	16,0	12,8	IFO10
Halcón Blanco	275,0	28,7	9,6	7,7	Gasoil
San Pedro 1	523,0	25,6	20,4	16,3	IFO10
San Pedro 2 (2)	210,0				Gas
San Pedro 3 (3)	293,0	50,0	5,9		Eléctrico
Gral. Campos (3)	385,0	60,0	6,4		Eléctrico
San Ramón 1	168,0	12,5	13,4	10,8	Agro Diesel
San Ramón 2	274,0	13,9	19,7	15,8	Agro Diesel
San Ramón 3	234,7	18,8	12,5	10,0	IFO10
Los Charruas	402,0	31,1	12,9	10,3	IFO10
San Salvador	338,0	22,7	14,9	11,9	Gasoil
San Ernesto 1 (3)	174,8	45,0	3,9		Eléctrico
San Ernesto 2 (3)	352,2	90,0	3,9		Eléctrico
Arroyo Barú (3)	436,8	90,0	4,9		Eléctrico
Santa Anita	450,0	24,6	18,3	14,6	Gasoil
Santa Anita	390,0	24,6	15,9	12,7	Gasoil
Jubileo	482,0	28,3	17,0	13,6	IFO10
Jubileo	318,0	22,2	14,3	11,5	IFO10
Jubileo	253,0	14,7	17,2	13,8	IFO10
Jubileo	447,0	27,8	16,1	12,9	IFO10
Rocamora	343,0	18,5	18,5	14,8	IFO10
Rocamora	514,0	33,6	15,3	12,2	IFO10
Villa Clara	308,0	21,3	14,5	11,6	IFO10
Villa Clara	432,0	27,0	16,0	12,8	IFO10
Villa Clara	386,0	25,7	15,0	12,0	IFO10
Jubileo	522,0	32,8	15,9	12,7	Agro Diesel
Chañar	322,0	24,1	13,4	10,7	Gasoil
Lucas Norte	492,0	24,4	20,2	16,1	Gasoil
Federal	279,0	20,8	13,4	10,7	Agro Diesel
Federal (4)	191,0	21,5	8,9	7,1	Agro Diesel

Nota: (1) No se pudo medir el consumo de combustible
(2) Se agotó el gas al finalizar el primer escalón de potencia
(3) No se calculó la conversión por no ser combustible líquido
(4) Arrojaba arena por lo que impidió medir caudales a mayor potencia

Tabla N°1. Resumen de las mediciones en Perforaciones.

Los valores de caudales aforados en las perforaciones oscilan entre 168 y 597 m^3/hora con un valor medio de 369.4 m^3/hora, los consumos de combustible líquido entre 12.5 y 26.1 litros/hora, y de 45 a 90 Kwh en los motores eléctricos, la conversión de litros de combustible a m^3 de agua extraída varía entre 12.5 y 26.1 m^3/hora/litros de combustible mientras que la conversión de $ en m^3 de agua oscila entre 7.1 y 20.8 m^3/$, con un valor medio de 13 m^3/$ (sólo para combustibles líquidos y tomando como precio de referencia el valor del Gas Oil de 1.25 $/litro al 31 de Julio de 2002).

La Tabla N° 2 presenta las diferencias de rendimiento, evaluado a través de la conversión de combustible a volumen de agua extraída (m^3/lt), de sistemas que trabajan con bombas que presenta banco de prueba y bombas fabricadas artesanalmente, generalmente como copias de bombas reconocidas, dentro de estas categorías se considera el tipo de transmisión utilizada y si trabajan ajustado a rangos apropiados para las especificaciones técnicas de la bomba, esto es velocidad de giro y caudal de bombeo para una altura manométrica determinada.

	Tipo de transmisión									
Característica de la bomba	Cardánico				Correa plana				Totales	
	Ajustado		Sin ajustar		Ajustado		Sin ajustar			
	n	m^3/lt	n	m^3/lt	n	m^3/lt	n	m^3/lt	n	m^3/lt
Con banco de prueba	4	21,9	1	15,2	9	15,2	3	10,8	17	15,8
Sin banco de prueba	3	14,7	2	11,9	9	12,1	3	10,0	17	12,2
Totales	7	18,3	3	13,6	18	13,7	6	10,4	34	14,0

TABLA Nº 2. Análisis de los sistemas de bombeo ensayados.

El Gráfico N° 1 presenta la distribución de frecuencias de la eficiencia de las bombas utilizadas en función del origen (probas en banco de prueba o no). El Gráfico N° 2 muestra las diferencias en los caudales extraídos por los sistemas de abastecimiento en función del sistema de transmisión de la energía, correa plana o cardánico. Puede observarse que para caudales mayores de 500 m^3/hora, dichas condiciones solo se alcanzan con transmisiones cardánicas. Asimismo la mayor frecuencia se presenta en las transmisiones cardánicas para los mayores caudales, mientras que para correa plana en caudales entre 200 y 400 m^3/hora (ver gráficos 1 y 2 en página siguiente).

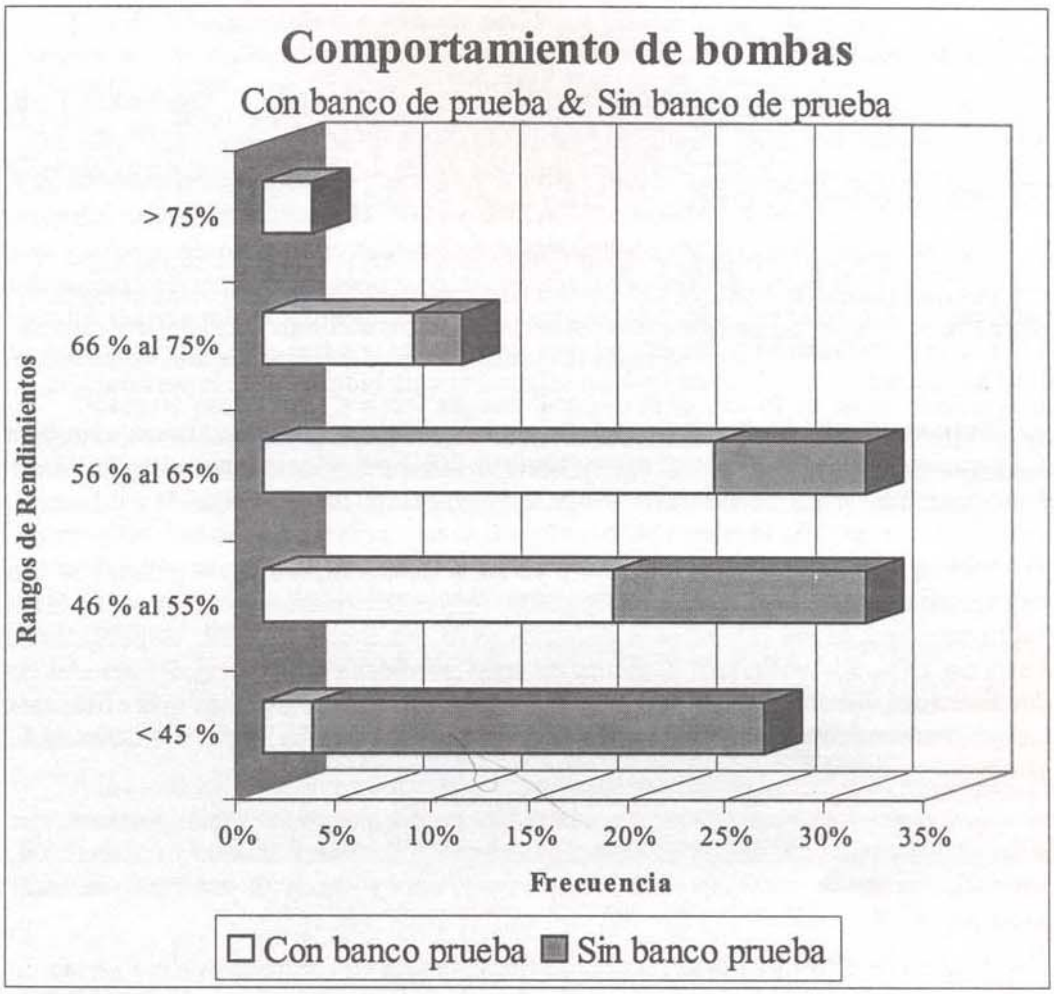


Gráfico N° 1. Eficiencia de funcionamiento de las bombas.

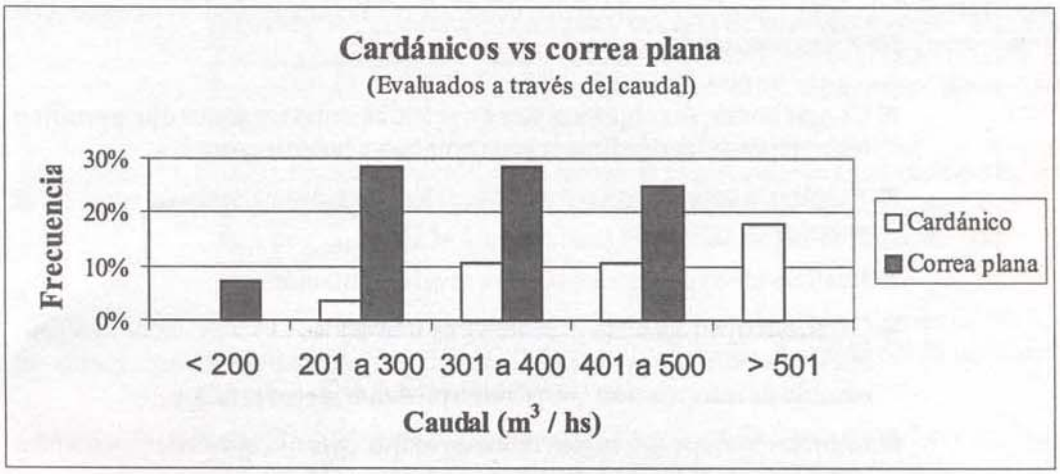


Gráfico N° 2. Frecuencia de las observaciones en función de los caudales y tipo de transmisiones utilizadas.

CONCLUSIONES

Las perforaciones analizadas tienen entre 45 y 110 metros de profundidad con caudales aforados que oscilan entre 168 a 597 m^3/hora. Su caudal medio es de 369.4 m^3/hora, con consumos de combustibles líquidos desde 12.5 hasta 33.6 litros/horas, y potencia de energía eléctrica que varían desde 45 hasta 90 Kwh.

Se han encontrado buenos rendimientos en bombas con banco de prueba y que trabajan dentro de los rangos de mayor eficiencia, de acuerdo a las especificaciones del fabricante. El trabajar fuera de estos rangos de alto rendimiento se traduce en pérdidas de eficiencia de más del 25%, las que pueden ser evitadas con una adecuada selección de bomba y un rango de trabajo en función del rendimiento hidráulico de la perforación.

Se ha verificado que los sistemas de transmisión cardánica son más eficientes que las transmisiones basadas en correa plana (hasta un 20%) y son los que permiten bombear caudales superiores a los 400 m^3/hora con las mayores eficiencias.

En lo que respecta a los motores a explosión, las mayores pérdidas se generan por no trabajar en el rango potencia de menor consumo específico, indicadas en las tablas de los fabricantes, por lo que se producen incrementos de consumos, y por ello de pérdidas de hasta un 15%. El análisis en conjunto de estas pérdidas explican las diferencias de rendimientos encontradas en los ensayos a campo, donde los sistemas más eficientes tienen rendimientos de 22.5 m^3/lt de combustible y los menos llegan a 13.4 m^3/lt de combustibles líquidos.

Los resultados obtenidos de estas campañas de medición indican la importancia que tiene en los costos del riego una adecuada selección de motor, bomba y transmisión, asociado con una operación en el rango óptimo del motor y bomba, de manera de alcanzar la mayor eficiencia de conversión de combustible a grano de arroz.

A partir de ello surge la necesidad de implementar en conjunto con la Fundación Proarroz un Proyecto de Extensión en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER, que tiene como objetivo la divulgación de conocimiento referido a los sistemas de extracción de agua, recomendando criterios de dimensionamiento, corrección y ajuste de los equipos de bombeo, promoviendo en los productores a realizar control y ensayos de pozos como practicas corrientes.

- Concientizar, divulgar y poner en práctica criterios útiles que permitan reducir pérdidas de eficiencia de bombeo y reducir costos.
- Ampliar la base informativa de caudales y determinaciones de ensayos de pozos.
- Realizar ensayos demostrativos a nivel explotación.
- Capacitar a productores y técnicos, promoviendo la adopción de determinaciones periódicas en cada campaña, conformando de esta forma un cúmulo de información que permita profundizar los estudios.
- Implementar metodologías de ensayos que permita una fácil ejecución e inmediata transferencias de los resultados.

Los destinatarios de los mismos serán los productores y técnicos de la Zonas Arroceras Centro (Departamentos. Colón, San Salvador, Uruguay y sudeste de Villaguay) y Norte (Departamentos. Concordia, Feliciano, Federal, Federación y norte de Villaguay). El proyecto de extensión se plantea en el ámbito de las instituciones de apoyo al sector arrocero, como la Fundación Proarroz, la Facultad de Ciencias Agropecuarias, la Cooperativa San Salvador, la Cooperativa Villa Elisa, la Asociación Ingenieros Agrónomos del Norte Entrerriano, el INA y el INTA.

Aún de que el impacto principal sea económico, ya que el mejorar la eficiencia de utilización del recurso agua signifique reducir entre un 15 y 37% los costos en el consumo de combustible, esto significa también quemar menos y mejor el combustible utilizado, reduciendo la emisión de gases que afectan el ambiente.

Desde el punto de vista del aspecto socioeconómico, el impacto esperado es importante en el sentido que puede contribuir junto con otras practicas a mantener viable la actividad arrocera, principalmente si se da la disponibilidad de un combustible de precios accesibles (biodiesel) y el ajuste de los sistemas de producción que mantenga la competitividad de la empresa arroz en la región, dónde los más afectados son aquellos pequeños y medianos productores, que con escasez de capital, reducida superficie de cultivo, no encuentran los medios para la reconversión, se condicionan financieramente y se exponen a la quiebra.

Agradecimientos

A la Fundación Proarroz que subsidió ambas campañas de mediciones de caudales y consumos de combustibles en ambas campañas. A la UNER que apoyó el Proyecto de Extensión dentro del marco de Programa de la Secretaría de Extensión de la Universidad Nacional de Entre Ríos

Bibliografía:

Díaz, E.; O. Pozzolo; M. Mendieta; R. Valenti; L. Lenzi; O. Duarte; M. Wilson y R. Benavidez. (2001). Evaluación del riego del cultivo de arroz por su capacidad de conversión de agua y energía de bombeo a grano. Jornada Técnica Nacional del Cultivo de Arroz AIANER-PROARROZ-INTA. Resultados Experimentales ProArroz XI. Vol. X. Concordia. Agosto de 2001.

Mendieta, M. (2000). Caracterización de sistemas de extracción de aguas subterráneas en zonas arroceras. Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Entre Ríos. 85 páginas. Inédito.

PROARROZ (2001). Encuesta de origen del agua de riego de arroz. Campaña 00/01. Fundación PROARROZ. Información Técnica. Reunión del 11 de Marzo de 2001. INTA EEA Uruguay.

Reggiardo, E.H. (1999) Sistemas Arroceros de la Provincia de Entre Ríos. Secretaría de la Producción de la Provincia de Entre Ríos. 7 páginas. Inédito.

«PRIMERAS DETERMINACIONES DEL BALANCE HIDRICO EN UN EMBALSE DE RETENCIÓN CON DESTINO A RIEGO EN LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS»

CAMPAÑA 2001-2002

Lenzi, L. M.[1]; Duarte, O. C.[2]; Díaz E. L.[2]; Wilson, M. G.[2] y Brumatti, C. M.[2]

1- I.N.A.-Centro Regional Litoral
2- Facultad de Ciencias Agropecuarias-U.N.E.R.

1- Introducción:

Ocupando la producción de arroz el primer lugar en el aporte de PBI de la provincia de Entre Ríos, su crecimiento y expansión se vio limitada a la presencia de acuíferos de altos rendimientos y a los costos de combustible utilizado para el bombeo desde perforaciones profundas.

El costo de riego a partir de estas últimas significa, aproximadamente, el 25 % del costo de implantación del cultivo (del orden de los 500- 700 lts de gas oil por hectárea), *versus* una tercera o cuarta parta a partir de embalses de retención y almacenamiento (Díaz y otros, 2001). Este hecho, sumado a que los suelos regados con agua superficial están mostrando un menor deterioro respecto a aquellos en los que se utilizó agua subterránea (Wilson y otr., 2000) y a la caída del precio de venta del cereal, ha significado una reconversión de las fuentes de abastecimiento de aguas superficiales en desmedro de las subterráneas, incrementándose en forma considerable en los últimos años (Proarroz, 2001).

El sistema de utilizar aguas superficiales interceptadas y reguladas por pequeñas obras de embalse, o minirepresas, construidas con materiales sueltos, surge aproximadamente entre los años 1988 y 1992, siendo el establecimiento San Luis de las Mulas (Dpto. Feliciano) el primero en implementar este tipo de embalses (Reggiardo, 1999). Hasta el presente, se han construidos 59 represas, siendo empleadas en este último año solamente 40 (Carñel y otros, 2002).

Debido a razones exclusivamente de mercado, el área arrocera de Entre Ríos ha disminuído notablemente, pasando de 160.000 Has en la campaña 1999/2000 a menos de 40.000 Has en la actual zafra. Sin embargo, la utilización del agua superficial para irrigación del arroz ha crecido en importancia relativa, pasando de un 7 % del área arrocera provincial en 1994/95 a una superficie, estimada, de 35 % para la actual campaña.

Como, además, en estas mismas áreas existe un desarrollo creciente del cultivo de oleaginosas y cereales, las proyecciones hacen prever un crecimiento del riego complementario de los mismos. Se irá presentando de esta forma una nueva problemática, como

lo es el poco conocimiento disponible del potencial de los recursos hídricos superficiales de los cursos de agua, intermitentes o permanentes, de la provincia (en calidad, volúmenes de escorrentía y su distribución temporal, etc.).

Este trabajo presenta los primeros resultados alcanzados en las determinaciones de campo y trabajos de gabinete que intervienen en la realización del balance hídrico, para la Campaña 2001-2002, en la represa Miraflores ubicada en el Dpto Federación.

2- Objetivo

Realizar determinaciones de campo y trabajos de gabinete para acercarnos al conocimiento de las variables intervinientes en el balance hídrico del embalse de la presa Miraflores, para su utilización con destino al riego de arroz en la campaña 2001-2002.

3 - Metodología Utilizada

3.1- Selección de la cuenca y presa de almacenamiento en estudio.

Para la selección del área de estudio se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones: facilidad de acceso a la presa; que la misma reciba agua proveniente sólo de su área de aporte y no por bombeo desde otro arroyo o curso de agua; facilidad para la instalación de estaciones meteorológicas e hidrométricas, disponibilidad periódica de personal en el lugar para las observaciones; manejo de la infraestructura y factibilidad de disponer el proyecto de obra.

Teniendo presente los criterios anteriores, en una primera instancia ha sido seleccionada una de las represas existentes en el Establecimiento Don Bianco, cercano al

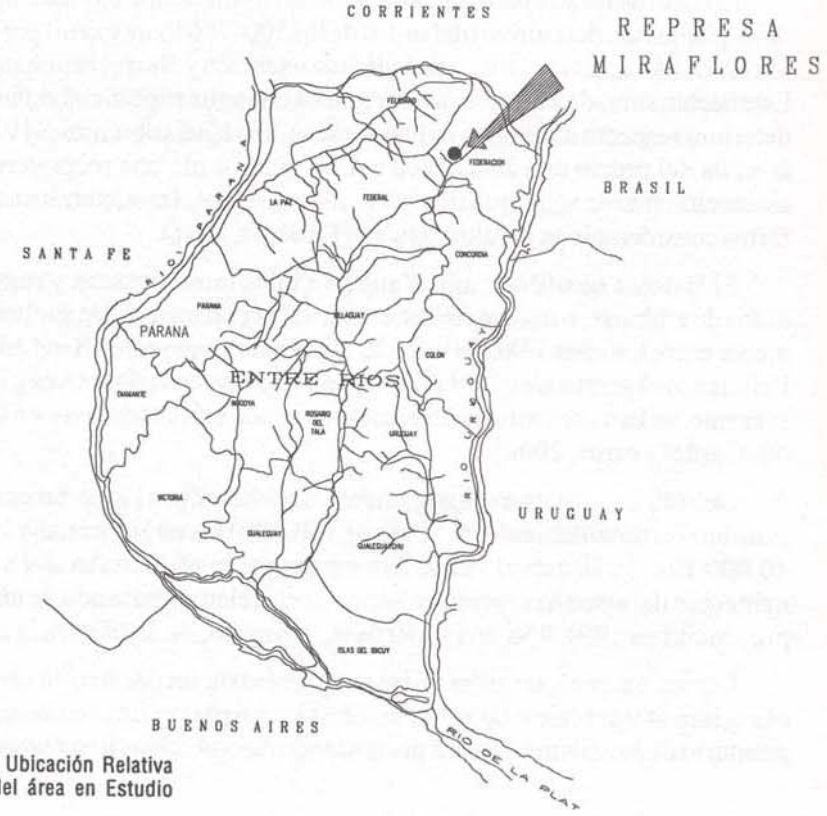
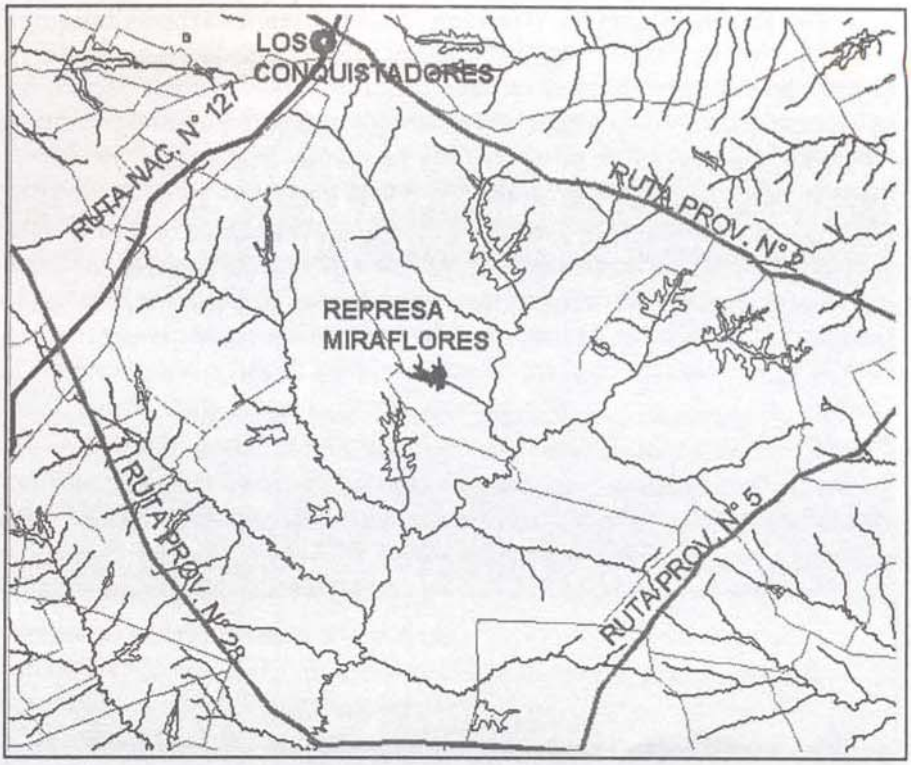


Fig. Nº 1 : Ubicación Relativa del área en Estudio

Fig. Nº 2: Ubicación de la Represa Miraflores



paraje denominado Paso Miraflores. La misma está ubicada en centro geográfico delimitado por las rutas: Nacional Nº 127 al Oeste, provincial Nº 2 al Norte, provincial Nº 5 al Este y provincial Nº 28 al Sur. Su ubicación relativa se muestra en las figuras N°1 y N°2.

La represa seleccionada se identificó en las imágenes satelitales Landsat-5 de la región y fue georreferenciada, para la determinación de la cuenca de aporte, área inundada y dominancia (superficie máxima a regar por gravedad desde la estación de bombeo y sus levantes).

3.2- Características principales de la presa

La totalidad de las presas usadas para el riego agrícola en la Pcia de Entre Ríos, incluyendo a Miraflores son de material suelto (de tierra) con cuerpos homogéneos, impermeables, cumpliendo las condiciones de estaqueidad (Cargnel,G. *et al.*, 2002)

Este tipo de presas homogéneas poseen fundaciones impermeables con una protección mínima o nula, tanto en el paramento de aguas arriba como de aguas abajo En este caso no presenta protecciones especificas solo posee vegetación típica de la región como cobertura en el cuerpo de la presa. La altura de la misma en su parte máxima posee una altura de 4,9 mts y posee un embalse de 3,8 Hm^3 de volumen y unas 200 has de superficie. Presenta dos vertederos laterales de crecidas que utiliza el valle de inundación del curso represado, generando un canal de fuga con restitución al final de éste. Los taludes característicos que presentan las presas identificadas, tanto para aguas arriba como para aguas abajo, están en el orden de 1:2 a 1:2,5.

En cuanto al sistema de extracción de agua se realiza a través de equipos de bombeo instalados en el perilago que se encuentran al final de un canal de aproximación. Constituídos por dos bomba de tipo centrífuga de 750 m^3/h, motor a explosión y una tubería de acero de impulsión. Otorgando de esta manera una dominancia al agua para su posterior distribución con canales de tierra a 400has de arroz.

3.3- Implementación hidro-meteorológica

Para el seguimiento de los parámetros utilizados en la ecuación del balance hídrico fue necesaria la instalación de una estación meteorológica, una estación evaporimétrica y escalas hidrométricas en el embalse (Foto N°1 y N°2).

La estación climática automática perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNER) de Marca Davis permite la toma de datos de temperaturas, velocidad, dirección del viento y precipitaciones con una frecuencia de 15 min, en tanto las mediciones evaporimétricas e hidrométricas tienen una periodicidad diaria de medición.

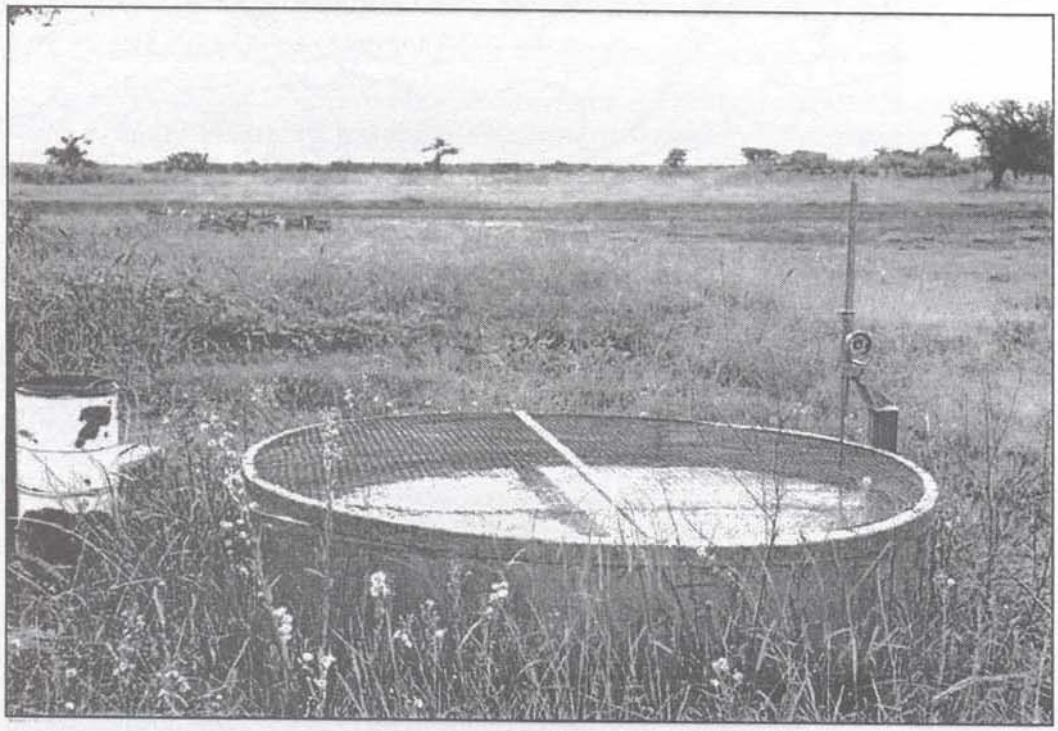


Foto N° 1: Estación evaporimétrica

La continuidad de dichas estaciones en un periodo mayor de tiempo arrojarán informaciones básicas para el manejo del agua en periodos interanuales que permitirán una optimización del uso del recurso hídrico. También resultará de importancia aportando datos para otros posibles usos del agua de los embalses (cría de peces, yacaré, etc).

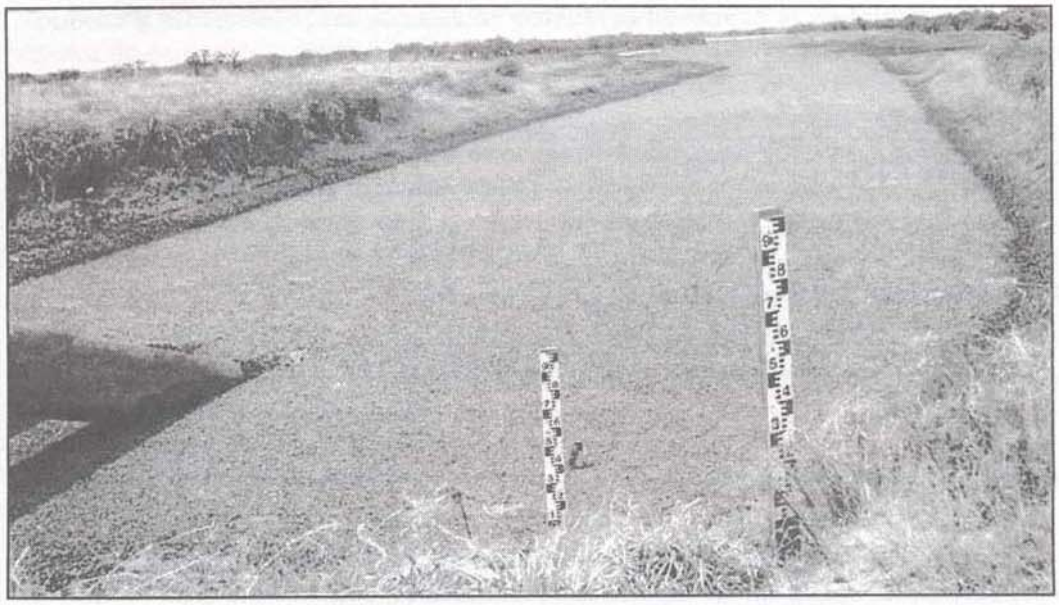


Foto N° 2: Estación hidrométrica cercano a la toma de agua.

3.4- Balance hídrico

En el la estimación del balance hídrico del embalse se hace necesario contar con una buena plani-altimetría del vaso del embalse (curva altura –volumen), registros continuos de las fluctuaciones de los niveles de agua, los tiempos de funcionamiento de las bombas, conocimiento de las pérdidas que por evaporación e infiltración, los volumenes aportados por la escorrentía y las precipitaciones producidas en el embalse.

Hasta el presente no se dispone del relevamiento topográfico en detalle del vaso ni se ha podido instalar un equipo continuo registrador de niveles.

Como una primera aproximación al conocimiento del balance hídrico, se han efectuado determinaciones para un período corto de tiempo, que estiman los diferentes volúmenes del reservorio, considerarse a éstas como preliminares.

Se establece como balance de entradas y salidas al sistema a la siguiente expresión:

$$V_{esc} + V_{ppt} - (V_{evap} + V_{bomb} + V_{inf} + V_{vert}) = \bar{A}V \qquad (1)$$

Donde:

V_{esc} : Volumen aportado por escorrentía superficial
V_{ppt}: Volumen precipitado sobre el embalse
V_{evap} : Volumen evaporado en el embalse
V_{bomb} : Volumen extraído para riego
V_{inf}: Volumen infiltrado en el embalse
V_{vert} : Volumen evacuado por vertedero
$\bar{A}V$: Variación del almacenamiento: Volumen final – Volumen inicial

Las variables de la expresión (1) fueron en algunos casos estimadas y en otros medidas en forma directa.

Se confeccionó un modelo de funcionamiento del embalse, presentando en la Fig N°5 una salida del modelo con la evolución de los niveles hidrométricos y las precipitaciones ocurridas en el periodo de estudio.

4 – Resultados Parciales

A continuación se presentan los resultados preliminares de la campaña 2001-2002 en los aspectos meteorológicos hidrométricos y de balance hídrico del sistema:

4.1- Meteorológicos

A manera de resumen de las variables meteorológicas medidas se presentan las Fig Nº 3 y 4, donde se presentan las precipitaciones diarias recibidas en la cuenca y en el embalse y las laminas diarias evaporadas en el tanque Tipo A.

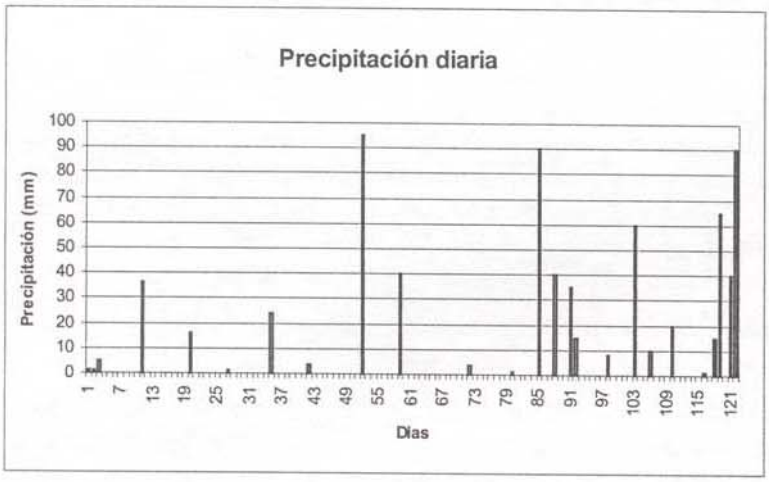


Fig Nº 3 Precipitaciones diarias.

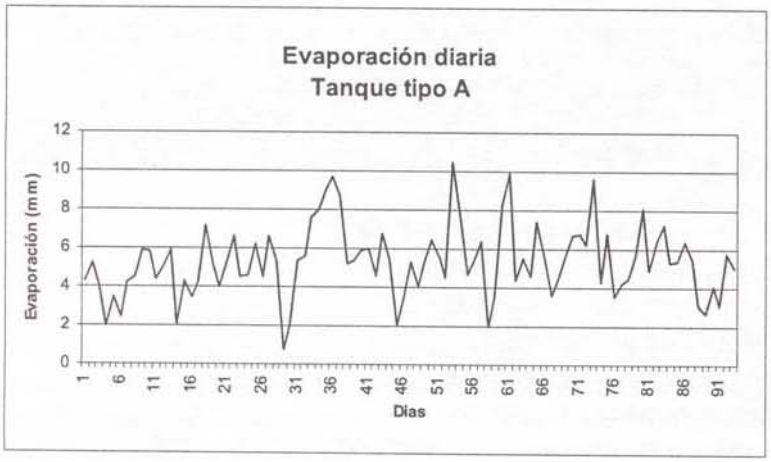


Fig Nº4 Evaporaciones diarias.

El total precipitado para el periodo Dic/01-Abr/02 fue de 717,3 mm, respecto a los valores de evaporación diaria se han medido valores máximo de 10 ,5 mm lo que equivalen a unos 16.800 m^3 (adoptando un coeficiente de tanque de 0.8), con un promedio diario de 5,33 mm. Y que sumado a los bombeos, otras pérdidas ejemplo por infiltración y a la pérdida adicional por evapotraspiración provocada por la vegetación acuática, oscilaría en un promedio diario entre 20 y 30 mm de agua.

4.2 - Hidrométricos

Como se mencionó la medición hidrométrica tuvo una periodicidad diaria lo que permitióun seguimiento de la evolución de los niveles los cuales se presentan en la Fig Nº 5, en la misma se nota claramente los descensos producidos por la extracción siendo el número total de horas de bombeo de 1739, que produjo un gasto de combustible de 28450 lts.Se puede apreciar la recuperación relativa que experimenta en cada precipitación importante y una absoluta luego de la finalización del periodo de riego. Se puede expresar que precipitaciones superiores a 40 mm provocan una variación significativa en los niveles, las menores son infiltradas en la cuenca o se hacen despreciable en las 200 has del embalse.

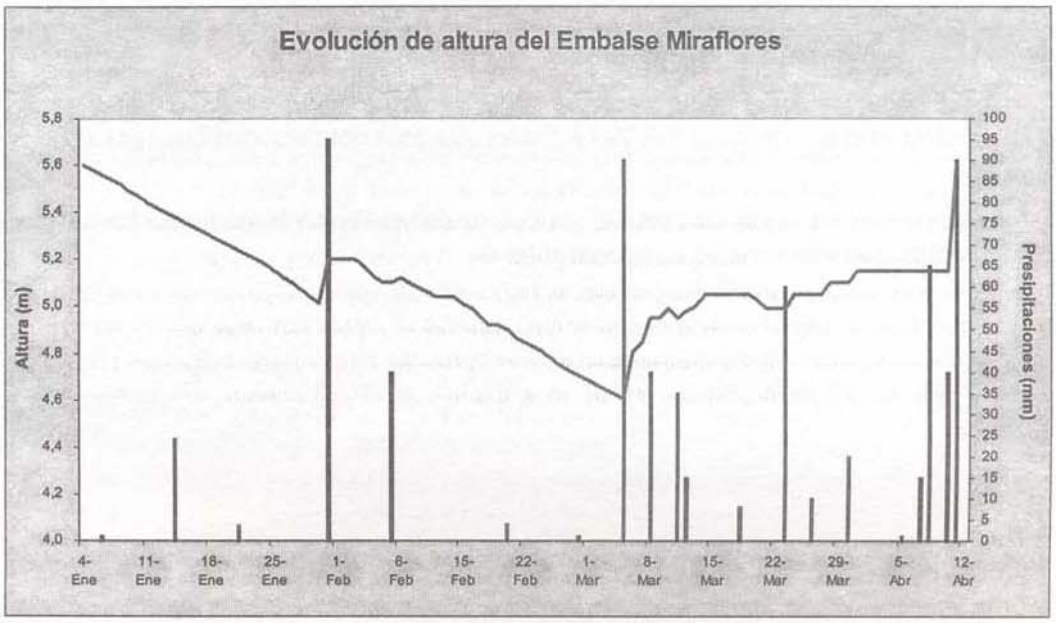


Fig Nº 5 Evolución de niveles hidrométricos y precipitaciones en el embalse

5 - Conclusiones

Se ha podido implementar una presa típica de la zona arrocera, con instrumental meteorológico e hidrométrico en un área donde el riego se realiza casi exclusivamente con agua de escurrimiento superficial captada mediante este tipo de embalse .

Los resultados obtenidos hasta la fecha indican para un embalse de casi 200 ha, de 4,90 m de altura y aproximadamente con un volumen de 3.8 Hm^3, y que mediante un sistema de bombeo que entrega 1500 m^3/hora., el descenso del embalse producto de la evaporación y bombeo oscila entre 20 y 30 mm por día (dado que el mismo se asienta sobre suelos vérticos se asume que la infiltración es despreciable).

El bombeo a lo largo del período significa del orden del 74 % mientras que la evaporación desde el embalse es el 26 % de las pérdidas de volumen embalsado. Sólo precipitaciones superiores a 40 mm en el período estival implican recuperación del volumen embalsado.

6- Propuestas de tareas a desarrollar en la próxima campaña

Se pretende continuar con las mediciones sistemáticas y puntuales desarrolladas en esta campaña, ampliando el número de ellas en los aspectos físico- químico-bacteorológico del agua.

Aumentar el número de embalses a muestrear con el fin de ampliar la representatividad a toda el área de riego de arroz con presas.

Correlacionar las evaporaciones en los embalses monitoreados con las del Tanque de Evaporación en el sitio y en la EEA INTA Concordia para obtener correlaciones a nivel de predio.

Analizar los diseños de las presas de retención con el objeto de disminuir los costos de mantenimiento y reducir los riesgos de roturas.

Bibliografía

Ayers R.S. y D.W. Westcot (1987). *La calidad del agua en la agricultura*. Estudio FAO: Riego y drenaje. 85 p.

Carñel G., Díaz E., Duarte O., Wilson M. y L. Lenzi (2002). «*Identificación y cuantificación de las presas para riego en la provincia de Entre Ríos*». Congreso Argentino de presas y aprovechamientos hidroeléctricos. San Juan, Argentina. 8 p.

Chow V. T., Maidment D., Mays L. *Hidrología Aplicada"*. Ed. Mc. Graw Hill.

Custodio E., Llamas M. R. (1984). *Hidrología Subterránea*. Ed. Omega, Barcelona. España.

Wilson M., Cerana J., Rivarola S., Díaz E., Valenti R., Quintero C., Duarte O. and R. Benavídez. (2001). "*Relationship between the groundwater quality and the paddy soil – rice system*". Anales Seminar National Sustainable water resources management in arid regions. In Symposium International Irrigation and water relations in grapevine and fruit trees. Mendoza, Argentina. p 85. Trabajo publicado en extenso 6 p en CD-Rom.

Wilson M., Cerana J., Valenti R., Díaz E., Duarte O., De Batista J.J., Rivarola S. y R. Benavídez (2002). *"Sustentabilidad del cultivo de arroz en Entre Ríos. 1) Evaluación de la calidad del agua para riego*". Enviado a Cuadernos del CURIHAM. 9 p.

Fundación Proarroz

Socios Fundadores

- Agropecuaria Santa Inés S.A.
- Arroz El Grande P. Suen
- Asociación de Ingenieros Agrónomos del Nordeste de E. Ríos (AIANER)
- Asociación Plantadores de San Salvador
- Bell, Alcides Francisco
- Buchanan, Tomás
- Carblana S.A.
- Carlos Popelka S.A.
- Carogran S.A.
- Caupolicán (Ansaldi)
- Challiol, Alberto
- Cooperativa Arrocera San Salvador
- Cooperativa Arrocera de Gualeguaychú
- Cooperativa de Arroceros Sarmiento de Concepción del Uruguay
- Cooperativa de Arroceros Villa Elisa
- Cooperativa San Martín de Los Charrúas
- Empresa Duval Flores
- Federación de Cooperativas Arroceras (FECOAR)
- Gobierno de la Provincia de Entre Ríos
- Industrias Villa Elisa S.A.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
- La Arrocera Argentina S.A.
- Lande, Jorge
- Loitegui S.A.
- Marcos Schmuckler S.A.
- Menéndez S.A.I.C.A.
- Molinos Arroceros del Litoral S.A.
- Molino Arrocero Entre Ríos S.A.
- Molino Arrocero La Loma S.R.L.
- Molino Arrocero Río Paraná
- Molino Arrocero San Huberto (Eloy Delasoie)
- Molino Centro S.R.L.
- Molino Río Uruguay S.R.L. (Juan A. Katich)
- Paso Bravo S.R.L.
- Pilagá S.A.
- Sequeira, Silvestre
- Sociedad Arrocera Mesopotámica Argentina (SAMA)

Socios Benefactores

- Agar Cross
- Agosti Hermanos
- Banco de Entre Ríos S.A.
- BASF
- Glencore Cereales
- Monsanto