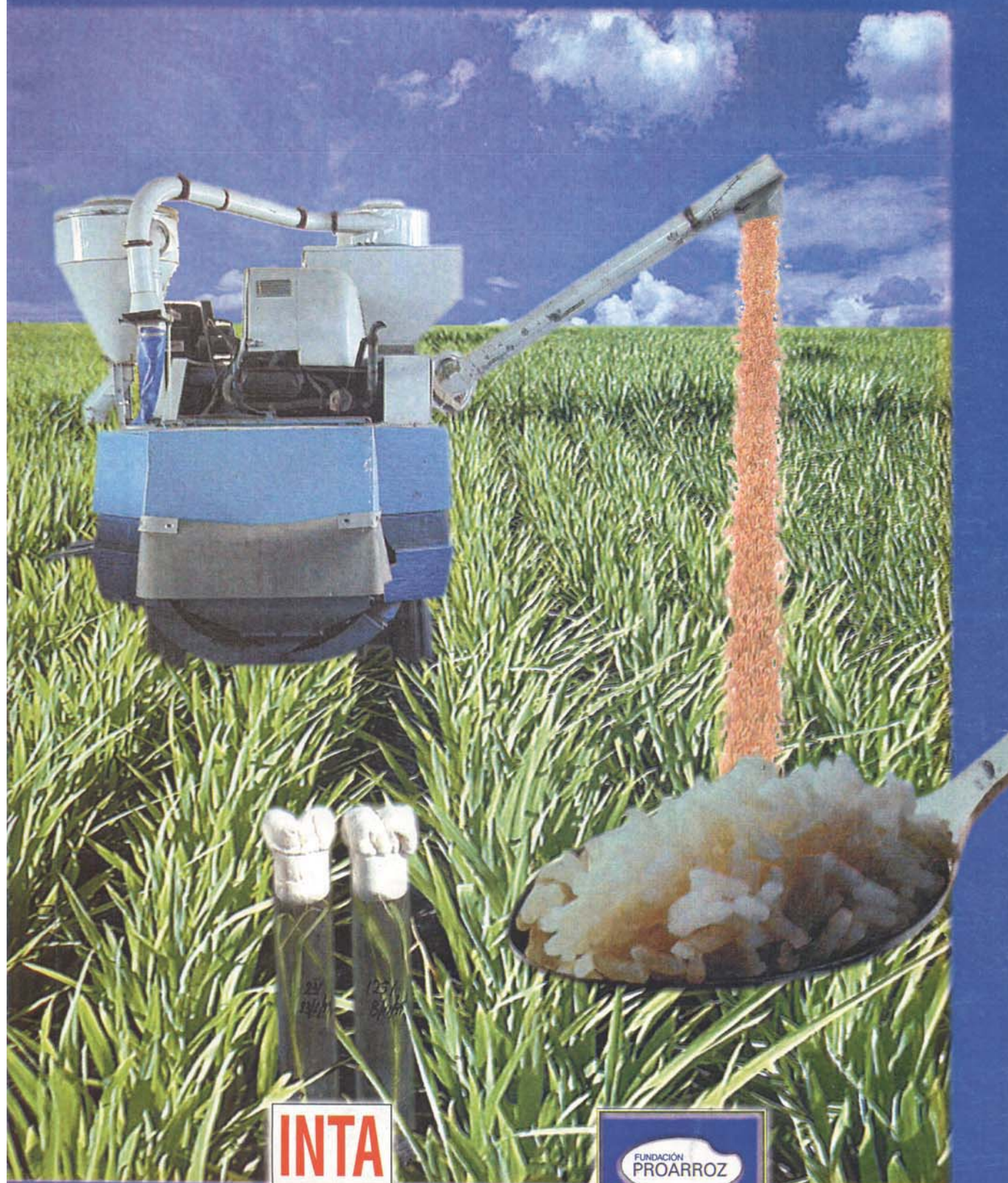


RESULTADOS EXPERIMENTALES 2000-2001

VOLUMEN X



INTA

FUNDACIÓN
PROARROZ



RESULTADOS EXPERIMENTALES 2000-2001

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

COORDINACION EDITORIAL

Graciela Tambascio

IMPRESIÓN

Imprenta "LA MINERVA" – Alvear 914 – Tel.: (0345) 421-1390 – Cdia. (E.R)

Nombres comerciales y marcas de fábricas se citan solamente con carácter de identificación. Su mención no constituye una recomendación de uso ni excluye a otros productos no citados.

Toda la información como los gráficos y tablas incluidos en la presente publicación, pueden ser reproducidos libremente citando la fuente.

*De esta edición se han impreso 300 ejemplares en agosto de 2001,
en Concordia, Entre Ríos*

CONTENIDO

MEJORAMIENTO GENÉTICO

Ensayos Comparativos de Rendimientos Regionales 9

*Livore, A.B.; Del Canto, R.; Henderson, O.; Reggiardo, O.;
Ojeda, J. y Blanc, D.*

ECRR EEA C. del Uruguay Época 1ra.

ECRR EEA C. del Uruguay Época 2

ECRR Zona Centro Época 1ra.

ECRR Zona Centro Época 2da.

ECRR Zona Centro Norte Época 1ra.

ECRR Zona Norte Época 1ra.

ECRR Zona Norte Época 2da.

MANEJO DEL CULTIVO DE ARROZ

Disponibilidad hídrica para el cultivo de arroz 33

Arguissain, G.G.; Durand, A.; Boffeli, A.; Schlegel, C.; y Occhi, M.

Comportamiento de cultivares de arroz al estrés hídrico 39

Arguissain, G.G.; Durand, A.; Boffeli, A.; Schlegel, C.; y Occhi, M.

Evaluación del riego del cultivo de arroz por su capacidad de conversión de agua y energía de bombeo a grano 45

*Díaz, E.; Pozzolo, O.; Mendieta, M.; Valenti, R.; Lenzi, L.; Duarte, O.;
Wilson, M. y Benavidez, R.*

Evaluación de la calidad del agua de riego y su relación con la condición de suelos arroceros	51
<i>Wilson M., Cerana J., Valenti R., Rivarola S., Banchemo C., Díaz E. y R. Benavidez</i>	
Respuesta del arroz a la fertilización con nitrógeno y fósforo	60
<i>De Battista, J.J.; Mendelevich, G.; Alvarez, A. y Arévalo, E.</i>	
Rotaciones en suelos arroceros	65
<i>De Battista, J.; Arias, N.; Pozzolo, O.; Pitter.,; Wilson, M.; Cerana, J.; Benintende M.; Benintende S.; Diaz, E., Duarte, O., Valenti; Lenzi, L.; Villón, C.; Muller, H.</i>	
Primeros avances en la comprensión del problema que afecta al cultivo de arroz en suelos con tosquilla	75
<i>Quintero C., Anthonioz Blanc D, Arévalo E., Boschetti N.</i>	
Relevamiento del área sembrada con arroz campaña 2000-2001 en la provincia de Entre Ríos	84
<i>A. B. Brizuela, G.E. Carñel</i>	

PROLOGO

El sector arrocerero ha conocido a través de su historia varias crisis que lo han puesto a prueba y ha sabido salir de todas ellas al punto de lograr en 1997 un lugar importante entre los países exportadores de arroz.

El arroz no ha escapado a las condiciones desventajosas de un mercado de commodities donde intervienen competidores subsidiados y consumidores cada vez más exigentes.

Sin embargo, es Latino América y en particular la Argentina, la que tiene el mayor potencial como principal proveedor de cereales en general y arroz en especial.

Nuestro sistema productivo es eficiente y aún podemos mejorar significativamente para ubicarnos nuevamente entre los países exportadores de arroz.

No hay duda que esto exige un esfuerzo de imaginación y trabajo, pero también es condición necesaria y excluyente la definición de una política, desde el estado, de promoción de la actividad agropecuaria.

Toda la cadena agroindustrial demostró su alto grado de compromiso al realizar sus inversiones en la actividad productiva pero sobre todo demostró madurez al formar esta **FUNDACION** para el apoyo a la investigación en arroz.

La promoción de la generación de tecnología directamente desde los intervinientes en la cadena a los entes de investigación, estableció lo que hoy es un paradigma para el resto de las actividades agropecuarias.

La **FUNDACIÓN PROARROZ** ha crecido desde la iniciativa de algunos técnicos, industriales, productores y el INTA hasta convertirse en el foro representativo de todos los componentes de la cadena y el impulsor más importante de la actividad de investigación en el cultivo. Su acción ha sido continua y extensa a pesar de los tiempos difíciles. La sanción de la ley de "**PROMOCION PARA EL DESARROLLO ARROCERO ENTRERRIANO**", es la mejor expresión de su compromiso.

Ella refleja la confianza, del sector, en los que realizan la generación y transferencia de tecnología.
Este conjunto de trabajos es la respuesta a esa demostración de confianza.

FUNDACIÓN PROARROZ

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ARROZ

ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO REGIONAL

*Livore, A.B.¹; Del Canto, R.²; Henderson, O.²; Reggiardo, O.²;
Ojeda, J.² y Blanc, D.²*

1. EEA INTA C. del Uruguay.
2. Actividad privada

Introducción

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. 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, híbridos de la empresa RICETEC USA, material de la empresa BUSCH USA, La Arrocería Argentina, de Louisiana State University y del IRGA Brasil.

Objetivo

Caracterizar el comportamiento agrofisiológico 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 siete ensayos distribuidos en cuatro departamentos: Dpto. Uruguay, Dpto. San Salvador, Dpto. Concordia, Dpto. Federación y en dos épocas de siembra. 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. Los cultivares tropicales recibieron una fertilización nitrogenada con urea de 50 kg/ha en macollaje. El resto de los cultivares y líneas recibieron el doble de la dosis mencionada anteriormente fraccionada 50 kg/ha en macollaje y 50kg/ha en diferenciación.

Los participantes de los ensayos fueron agrupados en tropicales y americanos mas las de tipo cervicero para las primeras épocas de siembra y tropicales y

americanos para las segundas épocas de siembra. Cada grupo conformaba un ensayo y a los miembros de cada grupo se le asignó un lugar en forma aleatoria en cada repetición, dentro de cada grupo. De este modo se homogeneizó el manejo del agua y del herbicida en todo el conjunto, con la ventaja de realizar una fertilización diferencial entre tropicales y el resto. Así también, se realizó un mejor control de la variación debido a diferencias de suelo. Cada grupo fue analizado estadísticamente por separado en todos los ensayos. Los tests de medias que se presentan en los cuadros señalan las diferencias dentro de cada grupo 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. La variable rendimiento agrícola (kg/ha) fue analizada por el paquete estadístico SAS. Se evaluaron caracteres agrofitorfenológicos, 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 excursión 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 m². 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/X/2000 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 30/X/2000.

El análisis de suelo arrojó los siguientes valores para los parámetros químicos más importantes: fósforo, 13.3 ppm; Materia orgánica, 1.85 %; Nitrógeno total, 0.112 %; pH, 5.2, indicando un suelo con una baja provisión de Nitrógeno y M.O.

El grupo de cultivares tropicales tuvo un promedio general de 10548 kg/ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 5.46. En este grupo se encuentran los arroces híbridos de la empresa Ricetec que se destacan en forma estadísticamente significativa de los dos testigos. El Paso 144 y RP2 en la variable rendimiento de grano. Las componentes de rendimiento más importantes fueron el número de macollos y el número de granos por panoja. Los tres híbridos tienen susceptibilidad al vuelco aunque no presentaron síntomas de ataque de Sclerotium. Su ciclo de nacimiento a floración es una semana menor al cv El Paso 144 pero desarrollan un período de llenado mas prolongado y con mayores diferencias de madurez dentro de la panoja. El híbrido XSP112 es aproximadamente

15 cm mas alto y de mayor follaje que el cv. El Paso 144, mientras que los dos restantes tuvieron alturas similares al testigo. Son todos de grano pubescente, de tipo comercial largo fino y su panoja desgrana fácilmente, particularmente en el híbrido XSP 112.

Todos los cultivares e híbridos presentaban síntomas de ataque de *Pyricularia grisea* en el cuello y los raquis de la panoja. El cv. El Paso 144 presentó también síntomas de podredumbre del tallo con presencia de esclerocios de *Sclerotium oryzae*.

La calidad industrial de este grupo fue relativamente baja debido a altos valores de grano panza blanca en todos los participantes. Ninguno de ellos obtuvo un factor igual o superior a 100. Los híbridos en particular, también presentaron bajos valores de rendimiento de grano entero.

En cuanto a la calidad culinaria se mantienen los valores de alta amilosa y baja temperatura de gelatinización para El Paso 144 y RP2. El híbrido XSP 112 también presenta alta amilosa pero temperatura de gelatinización intermedia, mientras que los otros dos híbridos, XSP116 y XSR115, presentaron valores bajos de amilosa e intermedios de temperatura de gelatinización.

El promedio general del segundo grupo fue de 8078 kg/ha con un coeficiente de variación de 10.39 de la variable rendimiento de grano por hectárea. Este grupo esta formado por cultivares con calidad de grano y planta de tipo americano, a excepción del cv. IRGA417.

En este grupo se presentó un *continuum* de valores de la variable rendimiento de grano identificándose tres grandes subgrupos. El primer subgrupo con los mayores registros y significativamente diferente del tercer grupo, lo conforman el cv. Don Juan INTA, la línea SRL 8336 (BUSCH, USA) y Cr 1812 en ese orden. La línea SRL 8336 tiene un muy bajo porcentaje de grano entero y un alto valor de granos panza blanca lo que lo condiciona seriamente para su promoción. La línea Cr 1812 responde a las características de tipo de planta americano, resistente a los herbicidas del grupo IMI, de grano largo fino con amilosa y temperatura de gelatinización intermedia. Su calidad industrial, (alto porcentaje de grano entero), es buena aunque en este ensayo presenta un valor relativo intermedio de granos panza blanca. Es necesario señalar que, en general, se han presentado valores de porcentaje de grano panza blanca mucho mas altos que en años anteriores.

El segundo subgrupo presenta una gran homogeneidad en sus valores de rendimiento desde la línea Ant 4917 hasta el cv. IRGA 417 (Cuadro 1). Los mas destacados por su calidad industrial son el cv. Cocodrie e IRGA 417, aunque el primero tiene un valor relativo intermedio de porcentaje de granos panza blanca.

En el tercer subgrupo caracterizado por rendimientos menores, solo se destaca la línea Cr. 1115 por su calidad industrial y una calidad de cocción similar a los cultivares tropicales con alto contenido de amilosa y baja temperatura de gelatinización.

Todos los participantes presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia grisea* en el cuello y raquis de la panoja. El cv IRGA417 sufrió vuelco en tres repeticiones con presencia de esclerocios de *Sclerotium oryzae*. El cv. Don Ignacio, las líneas SRL, Cr1655, Ant 4631, Ant 4917, Cr 1665 y Cr313 también presentaron susceptibilidad a

podredumbre del tallo con formación de esclerocios. El cv Don Juan presentó síntomas de podredumbre de la corona causada por *Gaeumannomyces graminis*. El cv. Cocodrie, Cr 1810, Cr 1809, Cr 1808 y Ant 4917 mostraron algún síntoma de "pico de loro" o "Straighthead".

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
XSP 112	93	12798 a	49,85	67,40	14,82	3,66	74,70	9559
XSR 115	93	12252 a	56,05	70,50	13,56	0,48	89,75	10997
XSP116	92	10963 b	53,20	67,40	24,58	0,91	72,36	7933
El Paso 144	100	9541 c	62,90	68,15	13,87	0,31	94,12	8980
Rp2	93	7292 d	59,85	68,85	11,42	0,08	94,28	6875
Don Juan INTA	93	9767 a	64,45	70,30	2,97	0,86	108,17	10564
SRL8336	96	9741 a	48,15	69,60	37,11	0,77	57,13	5564
Cr. 1812/99-00	96	9496 a	65,30	69,15	9,59	0,24	101,86	9673
Ant. 4917/99-00	91	8858 ab	56,05	68,55	4,53	0,70	96,62	8559
Cocodrie	91	8751 abc	65,40	71,40	9,58	0,00	104,22	9121
Ant. 4631/99-00	87	8737 abc	52,30	69,60	10,68	0,38	88,08	7696
Don Ignacio	90	8734 abc	65,40	70,95	11,39	0,60	101,61	8874
SRL8319	93	8695 abc	59,50	70,70	8,86	0,59	98,00	8521
IRGA 417	93	8559 abcd	63,35	69,65	4,62	0,05	105,38	9019
Ant. 5110/99-00	84	8424 abcd	64,25	68,70	20,92	0,60	88,68	7470
Cr. 1672/99-00	86	8000 bcd	65,90	70,00	12,55	0,30	100,30	8024
Cr. 1115/99-00	84	7872 bcd	65,55	68,55	7,94	0,14	103,16	8121
SRL8497	93	7753 bcd	65,30	71,65	5,47	0,27	108,46	8409
SRL6565	84	7453 bcd	62,55	69,75	20,27	3,93	83,89	6252
Cr. 1655/99-00	85	7411 bcd	64,30	70,85	14,65	0,00	97,50	7225
Cr. 1808/99-00	97	7400 bcd	65,65	68,55	8,86	0,14	102,34	7572
Cr. 1665/99-00	87	7357 cd	63,85	68,50	13,50	0,10	95,85	7051
Cr. 1809/99-00	93	7311 cd	65,35	68,30	4,69	0,12	105,96	7746
Cr. 1650/99-00	84	7275 cd	63,85	70,30	18,25	1,74	91,05	6623
Cr. 313/99-00	86	7136 de	60,60	68,80	16,43	0,00	89,97	6420
Cr. 1649/99-00	83	7130 de	65,60	70,60	18,66	2,47	91,59	6530
Cr. 1810/99-00	99	5855 e	63,65	67,20	3,40	0,83	103,87	6082

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

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

Cultivar	Amilosa %	Alkali Test
El Paso 144	27,70	8,2
XSP 112	25,50	3,1
XSP116	20,10	2,4
XSR 115	20,50	4,7
Rp2	27,70	6,6
IRGA 417	26,90	6,2
Don Ignacio	22,80	2,0
Don Juan INTA	22,00	2,7
Cocodrie	22,40	2,3
SRL8319	23,60	2,2
SRL8336	23,50	7,0
SRL8497	23,40	7,0
Cr. 1649/99-00	21,50	2,0
Cr. 1650/99-00	21,90	2,8
Cr. 1655/99-00	22,20	3,6
Ant. 4631/99-00	22,35	3,2
Ant. 4917/99-00	21,40	2,0
Ant. 5110/99-00	20,50	
Cr. 1812/99-00	23,80	3,3
Cr. 1115/99-00	26,60	6,2
Cr. 1672/99-00	20,50	2,2
Cr. 1665/99-00	20,40	2,3
Cr. 1808/99-00	22,40	2,0
Cr. 1809/99-00	23,60	2,6
Cr. 1810/99-00	22,70	2,2
Cr. 313/99-00	22,10	2,0
SRL6565	24,80	2,8

ECRR EEA 2da. Época.

La Fecha de siembra fue el 15/XI/2000 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 24/XI/2000.

Los valores de los parámetros químicos evaluados del suelo fueron: Fósforo 10,4 ppm; Materia orgánica, 2.52 %; Nitrógeno total 0.133 %; pH 5.2, 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 tropicales fue de 9882 kg/ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 8.6. 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 híbrido XSP 116 fue el de mejor rendimiento agrícola, diferenciándose significativamente del cv. El Paso 144 pero no del cv. RP2 y los otros híbridos. 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. Sin embargo el número de días de floración a madurez fue siempre mayor para los híbridos que para los dos testigos (El Paso 144 y RP2). El participante de ciclo total más largo fue el híbrido XSP 112.

Los híbridos volcaron o presentaron tendencia a vuelco en la mayoría de las parcelas aunque no se detectaron síntomas de podredumbre de tallo. Se podría especular que la susceptibilidad al vuelco es resultado de la importante exportación de nutrientes desde el tallo hacia el destino reproductivo que debilita la estructura de soporte, por un lado y el gran tamaño de las panojas por otro. El híbrido XSP 112 presentó una talla entre 10 y 15 cm superior al cv. El Paso 144. Los otros dos híbridos tuvieron una altura similar al testigo.

EL cv. El Paso 144 presentó podredumbre de tallo y consecuentemente vuelco en las 4 repeticiones mientras que el cv. RP2 volcó solo en una repetición. Solo el híbrido XSP 116 y el cv. El Paso 144 presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia* grisea en el cuello y raquis de la panoja. El híbrido XSP 112 presentó un muy fácil desgrane con una valoración de 6 en todas las repeticiones, indicando que desgrana antes de madurar completamente.

Los valores de la variable porcentaje de grano entero fueron superiores a los obtenidos en el ensayo de primera época en todos los integrantes del grupo tropical. Las condiciones de temperatura durante el llenado de grano, en esta fecha de siembra, podrían ser la razón de la mejora en el rendimiento industrial. Sin embargo el porcentaje de granos panza blanca se mantuvo con altos valores y con el orden relativo observado en la primera época. En esta época se reitera que ninguno de los participantes obtiene un factor igual o superior a 100.

Los híbridos XSP 116 y XSR 115 registraron porcentajes de amilosa intermedio y bajo respectivamente mientras que el XSP 112 registró porcentaje de amilosa alto.

El coeficiente de variación para el segundo grupo fue de 10.5 con una media general para la variable grano de 9304 kg/ha. En este caso no se pueden comparar el promedio con el de la primera época pues los participantes no son los mismos. El cv. Cocodrie se destaca por sobre el resto aunque su diferencia no es estadísticamente significativa. La línea Cr. 1713 se destaca por ser de un ciclo y calidad similar al Cocodrie, resistente a los herbicidas IMI pero con un rendimiento menor aunque no significativo estadísticamente. El cv. Don Juan INTA mantiene su rendimiento y su

calidad respecto a la primera época de siembra. Todos los cultivares redujeron su ciclo de nacimiento a floración respecto a la primera época de siembra pues cubren el umbral de temperaturas acumuladas para florecer en menor tiempo.

Todos los integrantes de este grupo presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia* grisea en el cuello y raquis de la panoja. Las líneas Cr 1666, 1683 y 1684 presentaron, también, síntomas de podredumbre de tallo.

La valoración integral de la calidad industrial expresada por el "factor" muestra que los cultivares Don Juan INTA, Cocodrie e IRGA 417, superan al resto de los participantes con registros muy similares a los obtenidos en la primera época de siembra. La consistencia de la calidad en diferentes condiciones de ambiente indicaría la importancia del genotipo, en la expresión de este carácter.

Nuevamente se presentan valores de panza blanca superiores a los de otros años en todos los participantes del ensayo. Los porcentajes de amilosa en los arroces con valores intermedios tienden, en general, a ser menores que en años anteriores.

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
XSP 116	87	10918 a	60,85	70,85	20,14	2,67	85,32	9315
XSR 115	89	10397 ab	61,90	69,90	13,49	0,12	95,31	9909
Rp2	91	9787 ab	57,55	68,55	6,32	0,29	96,74	9468
XSP 112	89	9420 ab	56,15	64,90	15,20	1,07	82,00	7724
Paso 144	91	8880 b	64,10	69,30	12,17	0,51	97,97	8699
Cocodrie	86	10697 a	67,90	70,65	9,70	0,23	105,85	11323
Cr. 1683/99-00	74	10383 a	63,85	70,75	20,12	1,00	90,73	9421
Cr. 1662/99-00	83	9959 ab	67,30	70,55	13,94	2,38	98,10	9770
Don Juan INTA	88	9619 ab	65,60	70,00	3,79	0,46	108,60	10446
IRGA 417	89	9473 ab	64,70	69,10	5,33	0,18	105,47	9991
Cr. 1666/99-00	72	9270 ab	61,50	70,40	9,67	0,53	98,95	9173
Cr. 1684/99-00	72	9181 ab	63,35	69,95	17,98	0,98	91,60	8409
Cr. 1713/99-00	86	9109 ab	65,25	71,60	12,38	0,57	101,14	9213
Don Ignacio	88	8623 b	65,80	70,10	8,96	0,81	103,38	8914
Cr. 383/99-00	89	6738 c	65,55	70,60	8,45	0,69	104,26	7025

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

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

Cultivar	Amilosa %	Alkali Test
Paso 144	27,50	7,0
XSP 112	25,70	2,4
XSP 116	22,20	2,3
XSR 115	21,05	4,1
Rp2	27,35	7,0
IRGA 417	26,90	4,9
Don Ignacio	21,80	2,3
Don Juan INTA	22,40	2,1
Cocodrie	22,30	2,0
Cr. 1662/99-00	20,70	2,3
Cr. 1666/99-00	21,70	3,4
Cr. 1683/99-00	20,15	2,2
Cr. 1684/99-00	20,15	2,4
Cr. 1713/99-00	22,45	2,1
Cr. 383/99-00	22,00	2,0

ECRR Zona Centro 1ra. Época

La Fecha de siembra fue el 20/X/2000 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 04/XI/2000.

El análisis de los parámetros químicos del suelo en esta localidad arrojó los siguientes resultados: fósforo 25.3 ppm; Materia orgánica 3.73 %; Nitrógeno total 0.173 %; pH 5.7, indicando un suelo bien provisto de fósforo y parcialmente deficiente en N.

Este ensayo sufrió ataque de gorgojo acuático en algunas parcelas de las repeticiones I y II y ataque de pájaros en los materiales más precoces. Estos participantes fueron excluidos del análisis estadístico (al pie del Cuadro 5) y fueron solo evaluados por su calidad.

El grupo de cultivares tropicales para la variable rendimiento de grano tuvo un promedio general de 7857 kg/ha con un coeficiente de variación de 3.6. Los tres híbridos se diferencian significativamente de los testigos destacándose el híbrido XSR 115. Inversamente a la variable rendimiento de grano, los híbridos presentan bajos porcentajes de grano entero y particularmente el XSP 112 un excesivo porcentaje de granos panza blanca. Si bien la presencia de granos panza blanca ha sido mayor que otros años, en la mayoría de los participantes los altos valores registrados impiden que en este grupo se alcancen valores de factor iguales o superiores a 100.

El híbrido XSP 112 fue el de mayor ciclo y altura respecto al cv El Paso 144 y presenta nuevamente su característica de fácil desgrane. Todos los miembros de este

grupo presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia* grisea mientras que solo el cv. El Paso 144 presentó podredumbre de tallo.

El segundo grupo tuvo un promedio general de 6432 kg/ha con un coeficiente de variación de 12.4. Se destaca la línea Cr 1812, resistente a los herbicidas IMI registrando el mayor rendimiento agrícola y una buena calidad industrial. El cv. IRGA 417, que a pesar de manifestar síntomas de toxicidad de hierro en el inicio del ciclo vegetativo también obtuvo un buen valor de rendimiento, presentó un porcentaje de granos panza blanca inusualmente alto.

Todos los miembros de este grupo presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia* grisea en el cuello y raquis de la panoja. Las líneas SRL de Busch y Ant. presentaron ataque de *Sclerotium oryzae* causante de la podredumbre de tallo. El cv. Don Juan INTA presentó síntomas de podredumbre de la corona.

La mejor calidad industrial la obtuvo el cv. Don Juan INTA y la menor la línea SRL 8336 con el mayor y menor factor respectivamente reiterando la performance del ensayo EEA 1era. En general los valores de porcentaje de granos panza blanca han sido superiores a los de años anteriores en esta localidad.

Cuadro 5. ECRR Centro 1ra. Época

Cultivar	Ciclo	Rendimiento Kg/ha	G.Entero %	G.Total %	G.Panza Blanca %	G. Yesoso %	Factor De corr.	Rendimiento Corr./factor
XSR 115	89	8653 a	53,95	68,25	8,93	0,04	90,27	7811
XSP 112	91	8251 ab	54,95	68,10	25,10	0,57	74,63	6158
XSP 116	81	7811 b	45,80	68,45	14,68	0,27	76,55	5979
El Paso 144	90	7362 c	62,35	68,30	10,66	0,42	96,81	7127
RP2	82	7210 c	62,40	69,40	15,51	0,53	93,01	6706
Cr. 1812/99-00	91	7604 a	63,70	68,40	6,08	0,32	102,95	7828
IRGA 417	88	7476 ab	61,20	68,10	6,90	0,04	99,40	7431
Ant. 4631/99-00	77	7087 abc	55,80	69,45	8,88	2,35	90,59	6420
Cr. 1807/99-00	91	6764 abc	65,75	68,60	10,09	0,20	101,26	6849
SRL8319	89	6686 abcd	60,70	69,45	7,82	2,05	97,01	6487
Don Ignacio	80	6612 abcd	63,90	68,40	14,10	1,72	93,38	6174
Cr. 1809/99-00	90	6440 abcd	62,90	67,95	5,23	0,43	102,44	6597
SRL8336	90	6258 bcd	47,05	69,20	35,25	2,60	54,84	3432
Don Juan INTA	83	6051 cd	65,75	69,35	2,89	0,20	109,21	6608
Cocodrie	80	5429 de	66,75	71,30	6,70	2,45	105,43	5724
Ant. 5110/99-00	78	4355 e	63,40	69,25	4,80	0,19	104,85	4567
SRL8497	87	4437 *	67,30	71,65	2,69	0,43	113,08	5017
Cr. 1649/99-00	76	3661 *	62,75	68,60	8,45	1,48	98,43	3604
Cr. 1650/99-00	83	3675 *	62,35	68,85	5,24	0,97	102,23	3757
Cr. 1655/99-00	75	4416 *	61,60	68,80	10,09	0,89	96,67	4268
Ant. 4917/99-00	89	4505 *	63,05	68,85	9,09	1,83	97,82	4406
SRL6565	77	5268 *	60,70	69,00	14,54	3,72	87,32	4600

Valores con letras iguales dentro de cada grupo, no difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan ($P > 0.05$) * No fueron incluidas en el análisis estadístico.

Entre los tropicales, el híbrido XSP 112 registró alta amilosa y temperatura de gelatinización intermedia. Los híbridos XSP 116 y XSR 115 registraron valores de amilosa superiores a la localidad Sur (EEA 1ra. y 2da.) encuadrándose como de amilosa y temperatura de gelatinización intermedia

Los parámetros de calidad de cocción ubican a todos los participantes del segundo grupo como de amilosa intermedia y temperatura de gelatinización intermedia-alta, excepto para la línea SRL 6565 que registra amilosa alta en esta localidad.

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

Cultivar	Amilosa %	Alkali Test
El Paso 144	28,80	5,3
XSP 112	25,85	3,1
XSP 116	22,15	3,0
XSR 115	23,05	3,9
RP2	28,75	4,5
IRGA 417	28,55	3,5
Don Ignacio	23,10	2,7
Don Juan INTA	22,15	2,7
Cocodrie	23,30	2,8
SRL8319	24,55	4,9
SRL8336	24,50	7,0
SRL8497	24,80	4,5
Cr. 1649/99-00	24,80	2,1
Cr. 1650/99-00	23,65	2,8
Cr. 1655/99-00	22,70	3,2
Ant. 4631/99-00	24,10	2,5
Ant. 4917/99-00	23,10	2,6
Ant. 5110/99-00	23,80	2,5
Cr. 1812/99-00	24,20	2,3
Cr. 1809/99-00	24,10	2,6
Cr. 1807/99-00	22,90	4,8
SRL6565	26,75	4,5

ECRR Zona Centro 2da. Época

La Fecha de siembra fue el 10/XI/2000 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas entre el 5 y 10/XII/2000.

El análisis de los parámetros químicos de suelo demostró una situación de baja disponibilidad de fósforo, 4.3 ppm; Nitrógeno, 0.152%; y Materia orgánica, 2.85% con pH 5.8. Por lo que se realizó una aplicación suplementaria de 50 kg d Urea /ha a

todo el ensayo en estado de macollaje, independiente de la aplicación normal que se realizó en todos los ensayos.

Este ensayo recibió baños consecutivos para promover el nacimiento y consecuentemente la población de plántulas inicial fue menor que en los otros ensayos con registros promedios entre 100 a 150 pl/m² en los participantes de menor vigor de plántula. En la etapa inicial de madurez, también sufrió ataque de pájaros por lo que los materiales más precoces que sufrieron daños fueron excluidos del análisis estadístico (pie del Cuadro 7) y analizados solo en los parámetros de calidad.

El grupo de cultivares tropicales tuvo un promedio general de 8697 kg/ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 9.1. Los tres híbridos fueron superiores a los testigos, si bien solo mostraron diferencias significativas con el cv. RP2. Es de destacar la alta capacidad de macollaje de los híbridos, que a pesar de tener una población inicial de plantas sensiblemente menor a los testigos (100 a 150 vs. 200 pl/m²), lograron cubrir espacio y alcanzar rendimientos superiores.

Tanto los híbridos como los testigos presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia* grisea en el cuello y raquis de la panoja mientras que solo en los cv. El Paso 144 y RP2 se presentaron síntomas de podredumbre de tallo. El cv. El Paso 144 y los híbridos XSP 112 y XSR 115 sufrieron vuelco en una o varias repeticiones. El híbrido XSP 112 registró una altura 15 cm promedio superior al cv. El Paso 144 y una extrema facilidad de desgrane.

Los testigos superan ampliamente en calidad a todos los híbridos que no alcanzan los valores base del standard de calidad para porcentaje de grano entero. Si bien todos los participantes de este grupo presentan altos valores de porcentaje de granos panza blanca, el híbrido XSP 116 duplica el valor del resto del grupo y queda relegado a la última posición en el rendimiento ponderado por factor.

El promedio general del segundo grupo fue de 6227 kg/ha con un coeficiente de variación de 11.3. En este grupo se destacó en primer lugar el cv. IRGA 417 seguido por los cultivares Don Juan INTA y Don Ignacio sin diferencias estadísticas significativas entre ellos. La superioridad en rendimiento del cv. IRGA 417 fue resultado de una población inicial de plántulas aproximadamente un 68% mayor (140 vs. 236 pl/m²) que los otros dos cultivares. La buena calidad de semilla así como un alto vigor de plántula, surgen como factores determinantes del rendimiento en condiciones desfavorables de nacimiento y emergencia y consecuentemente como una ventaja del cultivar que las posee. Los cultivares IRGA 417, El Paso 144 y RP2 logran mejores poblaciones iniciales que el resto de los participantes.

La línea Cr 1713, resistente a los herbicidas IMI, con planta tipo americano y calidad americana, tiene una performance similar a los cultivares Don Juan INTA y Don Ignacio aunque con un valor elevado de porcentaje de granos panza blanca.

Todos los participantes presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia* grisea en cuello y raquis de la panoja. El cv. IRGA 417 y las líneas Cr 1666, Cr 1683, Cr 1684 y Cr 383 presentaron síntomas de podredumbre de tallo.

El cv. Don Juan INTA registró el mayor valor del factor por su alto porcentaje de grano entero, total y bajo porcentaje de granos panza blanca. El cv. IRGA 417 redujo sensiblemente su porcentaje de grano entero respecto a otros ensayos y a los otros participantes de alta calidad, probablemente por el ataque de *Sclerotium oryzae* causante de la podredumbre de tallo. El resto registra valores relativamente altos de porcentaje de granos panza blanca.

Cuadro 7. ECRR Centro 2da. Época

Cultivar	Rendimiento Kg/ha	G.Entero %	G.Total %	G.Panza Blanca %	G. Yesoso %	Factor De corr.	Rendimiento Corr./factor
XSP 116	9528 a	45,20	68,15	21,54	0,15	68,81	6556
XSP 112	9066 a	48,00	65,85	11,48	0,09	79,37	7196
XSR 115	8879 a	51,35	67,75	12,57	0,03	83,53	7417
Paso 144	8574 ab	60,00	67,10	7,46	0,08	96,64	8286
Rp2	7412 b	60,35	68,45	7,86	0,42	97,77	7246
IRGA 417	7307 a	60,00	67,10	3,53	0,00	100,57	7349
Don Juan INTA	6706 ab	68,00	71,00	3,86	0,33	112,06	7514
Don Ignacio	6427 ab	64,35	69,15	10,82	2,64	96,47	6200
Cr. 1713/99-00	6298 abc	67,00	70,15	10,01	0,90	103,49	6273
Cr. 383/99-00	5809 bc	66,85	69,65	10,25	0,84	102,66	5964
Cocodrie	5058 c	68,85	71,30	11,76	0,66	104,98	5309
Cr. 1662/99-00	5164 *	67,60	70,00	7,37	1,90	105,13	5429
Cr. 1666/99-00	4528 *	66,35	69,40	11,83	0,53	100,64	4557
Cr. 1683/99-00	4771 *	66,00	69,75	26,57	1,83	84,19	4017
Cr. 1684/99-00	3683 *	65,30	69,30	19,53	5,62	84,40	3108

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

* No fueron incluidas en el análisis estadístico.

Los porcentajes de amilosa obtenidos en el primer grupo indican que el híbrido XSP 112 se ubica como de amilosa alta y su temperatura de gelatinización es intermedia, mientras que los otros dos híbridos XSP 116 y XSR 115 se ubican como de amilosa intermedia-baja y temperatura de gelatinización intermedia.

Dentro del segundo grupo se observan valores de porcentaje de amilosa algo menores en algunos cultivares y líneas caracterizados anteriormente como de amilosa intermedia. Estas diferencias no alcanzan para provocar un cambio en la caracterización de la calidad de cocción pero podrá indicar la asociación de la variable porcentaje de amilosa con las condiciones de temperatura durante el llenado del grano como lo señalan Suzuki et al (1959) y Horiuchi et al (1965).

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

Cultivar	Amilosa %	Alkali Test
Paso 144	27,25	5,0
XSP 112	27,40	2,5
XSP 116	21,50	2,6
XSR 115	22,45	5,1
Rp2	28,75	7,0
IRGA 417	27,90	4,8
Don Ignacio	22,25	2,8
Don Juan INTA	22,60	2,8
Cocodrie	23,65	2,6
Cr. 1662/99-00	21,40	2,3
Cr. 1666/99-00	21,40	2,3
Cr. 1683/99-00	20,95	2,6
Cr. 1684/99-00	23,00	2,7
Cr. 1713/99-00	23,10	2,2
Cr. 383/99-00	24,60	4,5

ECRR Zona Centro Norte Ira. Época

La fecha de siembra fue el 18/X/2000 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 28/X/2000. En esta localidad se produjeron fuertes vientos en plena madurez lo que provocó vuelco en todos los materiales tropicales y algunos americanos impidiendo la cosecha por grano mojado y brotado. También se produjo un importante daño por ataque de pájaros que imposibilita el análisis estadístico. Se reportan los datos de aquellas observaciones de importancia fitofenológica.

El análisis de los parámetros químicos del suelo demuestra condiciones de buena disponibilidad de fósforo, 11 ppm; alto contenido de Materia orgánica, 4.5%; buena disponibilidad de Nitrógeno 0.209% y pH 5.

El grupo de los cultivares tropicales no fue cosechado por vuelco. El grupo de los cultivares y líneas de tipo americano sufrió ataque de pájaros por lo que los rendimientos reportados no reflejan el potencial de rendimiento en esta localidad sino la resistencia al desgrane, ciclo que permite escapar al daño, estructura de planta con hoja bandera erecta por sobre la panoja, etc.

Las condiciones de alta fertilidad y las condiciones climáticas en esta localidad favorecieron la presencia de enfermedades fúngicas. Todos presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia grisea* en cuello y raquis de la panoja. Volcaron por podredumbre de tallo los cultivares Don Ignacio, Don Juan INTA, IRGA 417 y las líneas SRL 8497, SRL 6565 y Ant 4917.

Si bien hay participantes con altos valores de factor como Don Juan INTA y SRL 8497 los valores de porcentaje de granos panza blanca son extremadamente altos

en todos los casos aunque se mantienen las diferencias relativas. Estos altos valores podrían ser el resultado de un llenado de grano defectuoso por el bloqueo de vasos conductores por parte de los hongos *Pyricularia grisea* y/o *Sclerotium oryzae*.

Cuadro 9. ECRR Centro Norte 1ra. Época

Cultivar	Ciclo	Rendimiento Kg/ha	G.Entero %	G.Total %	G.Panza Blanca %	G. Yesoso %	Factor De corr.	Rendimiento Corr./factor
SRL8336	97	11164 **	62,15	69,15	50,61	0,00	57,69	6441
Ant. 5110/99-00	90	9753 **	63,95	67,65	11,57	1,55	95,44	9309
Cocodrie	95	9304 **	63,15	70,05	7,75	2,82	98,98	9209
Cr. 1807/99-00	99	9093 **	64,60	67,90	5,53	1,65	102,25	9297
Don Juan INTA	95	8807 **	65,65	69,15	4,79	0,90	106,36	9367
Cr. 1808/99-00	99	8329 **	64,80	67,50	9,76	0,52	99,27	8269
Ant. 4631/99-00	93	8256 **	56,55	69,60	6,66	1,10	95,58	7891
SRL6565	89	8001 **	59,85	66,80	12,94	3,04	86,90	6953
SRL8497	99	7907 **	68,35	70,30	4,37	0,27	111,26	8797
SRL8319	99	7892 **	64,20	70,15	8,16	1,50	101,70	8026
Don Ignacio	97	7481 **	64,50	68,65	9,68	4,43	94,58	7075
Ant. 4917/99-00	95	7454 **	59,15	67,80	8,28	2,48	92,70	6909
Cr. 1655/99-00	91	7057 **	68,40	71,15	11,89	2,50	101,66	7174
Cr. 1650/99-00	89	6683 **	62,70	68,35	10,62	11,71	80,62	5388
Cr. 1649/99-00	87	5475 **	63,50	68,45	12,30	7,80	85,70	4692

**No fueron incluidas en el análisis estadístico.

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

Cultivar	Amilosa %	Alkali Test
Don Ignacio	24,30	2,0
Don Juan INTA	22,40	2,0
Cocodrie	22,90	2,0
SRL8319	24,00	4,5
SRL8336	24,70	7,0
SRL8497	24,20	4,5
Cr. 1649/99-00	22,90	2,1
Cr. 1650/99-00	22,60	2,1
Cr. 1655/99-00	23,60	2,0
Ant. 4631/99-00	22,90	2,0
Ant. 4917/99-00	22,80	2,0
Ant. 5110/99-00	22,90	2,0
Cr. 1808/99-00	23,50	2,1
Cr. 1807/99-00	23,00	2,3
SRL6565	27,50	4,7

ECRR Zona Norte 1ra. Época

La Fecha de siembra fue el 17/X/2000 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 01/XI/2000.

Los parámetros químicos de fertilidad fueron los siguientes: Fósforo 4.2 ppm; Materia orgánica 4.84%; Nitrógeno total 0.238% y pH 5.1 indicando una buena condición de fertilidad general al cubrirse la deficiencia de fósforo con la fertilización de base. Se presentaron síntomas de clorosis por suelo calcáreo en las repeticiones II y III que fueron corregidos.

El promedio general del primer grupo fue de 10796 kg/ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 17.0. Todos los participantes de este grupo sufrieron vuelco total en algunas o todas sus repeticiones. En el caso de vuelco total, como XSR 115 y XSP 116, fue cosechada solamente 1 repetición lo que imposibilita su inclusión en el análisis de varianza. Se reportan los valores de una repetición y sus parámetros de calidad.

Tanto El Paso 144 como RP2 sufrieron vuelco en una repetición. No se detectan diferencias significativas entre los participantes al alto coeficiente de variación. El Paso 144 tuvo el mejor rendimiento de grano junto con el híbrido XSP 116 aunque difieren en los parámetros de calidad industrial. El primero, presenta valores que superan ampliamente la base para porcentaje de granos enteros y el segundo no la alcanza. Los porcentajes de grano panza blanca son altos para todos los competidores pero El Paso 144 tiene el menor valor y finalmente obtiene un factor cercano a 100 (99.97).

Los porcentajes de amilosa reportados son algo menores que los ensayos anteriores y ubican a todos los participantes en las mismas categorías excepto en el caso del híbrido XSP 116, que al reducirse su registro se ubica como de baja amilosa. Las temperaturas de gelatinización se mantienen para todos.

El promedio general del segundo grupo fue de 8598 kg/ha con un coeficiente de variación de 9.5. Las líneas SRL obtuvieron los rendimientos más altos sin diferencias significativas con los testigos. Solo una de ellas, SRL 8497, presenta una muy buena calidad pero de grano muy pequeño. Un segundo subgrupo, encabezado por el cultivar Don Ignacio, logran rendimientos promedios y porcentajes de granos enteros similares pero difieren en los porcentajes de granos panza blanca. El cv. Don Juan INTA, la línea Ant 4917 y el cv. IRGA 417 se ubican en ese orden. El alto factor obtenido permite al cv Don Juan INTA ordenarse como el segundo competidor mejor ubicado. La línea Cr 1812, resistente a los herbicidas IMI, fue afectada en la IV repetición por el suelo calcáreo y registra, por lo tanto, un promedio menor al Don Juan INTA.

Excepto el cv. IRGA 417 todos los participantes presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia grisea* en cuello y raquis de la panoja. Los cultivares Don Ignacio y Don Juan INTA y la línea Cr 313 presentaron síntomas de podredumbre de tallo y/o podredumbre de corona. Las líneas Ant 4917 y Cr 1812 presentaron algún síntoma de pico de loro o "Straighthead".

Los valores de porcentaje de amilosa son algo menores en todo el ensayo cambiando o colocando en el valor límite inferior a alguno de los participantes con amilosa intermedia. Los cultivares testigo y la líneas Cr 1812 mantienen su clasificación. Las temperaturas de gelatinización se mantienen con valores intermedios y altos como en otros ensayos.

Cuadro 11. ECRR Norte 1ra. Época

Cultivar	Ciclo	Rendimiento Kg/ha	G.Entero %	G.Total %	G.Panza Blanca %	G. Yesoso %	Factor De corr.	Rendimiento Corr./factor
XSR 115	87	12958 *	61,65	70,20	13,33	0,24	95,52	12377
El Paso 144	97	11468 a	65,40	69,65	11,86	0,47	99,97	11464
XSP 116	86	11413 a	54,40	70,05	24,46	0,00	76,99	8787
XSP 112	90	10552 *	60,40	70,10	16,54	0,00	90,96	9598
Rp2	95	9507 a	63,25	68,80	17,29	0,47	91,55	8704
SRL8319	91	10181 a	58,05	69,60	8,10	0,60	96,20	9794
SRL8336	92	9830 ab	48,90	68,20	37,71	0,79	55,85	5490
SRL8497	90	9494 abc	66,00	71,15	1,21	0,16	112,94	10723
Don Ignacio	92	9470 abc	65,80	69,20	11,79	0,25	100,21	9490
SRL6565	83	9361 abcd	57,85	67,75	11,59	2,13	88,55	8290
IRGA 417	90	9044 abcd	63,75	69,15	6,06	0,26	103,83	9391
Ant. 4917/99-00	89	9016 abcd	62,30	69,35	5,45	0,26	103,19	9304
Don Juan INTA	90	8961 abcd	67,10	69,45	2,54	0,13	111,01	9948
Cr. 1115/99-00	86	8922 abcd	64,00	66,80	7,09	0,20	100,71	8985
Ant. 4631/99-00	89	8843 abcd	59,15	69,70	7,15	0,46	98,49	8709
Cocodrie	86	8682 bcd	67,25	70,50	6,93	0,73	107,35	9319
Cr. 1812/99-00	95	8457 bcde	63,55	67,40	5,59	0,33	102,28	8650
Cr. 313/99-00	86	8301 cdef	59,05	67,90	5,78	0,15	98,17	8149
Cr. 1650/99-00	82	8206 cdef	64,40	70,05	14,15	3,92	92,17	7563
Cr. 1672/99-00	86	8180 cdef	66,20	70,45	5,83	0,11	107,82	8820
Cr. 1649/99-00	84	8078 cdef	65,80	69,70	13,11	1,69	97,61	7885
Cr. 1665/99-00	84	7926 def	63,15	68,80	7,06	0,14	101,89	8076
Ant. 5110/99-00	85	7898 ef	62,35	68,10	13,07	0,01	94,38	7454
Cr. 1810/99-00	96	7287 F	62,50	66,40	3,09	0,06	102,81	7492
Cr. 1655/99-00	86	6976 F	67,50	70,10	4,16	0,31	110,38	7700

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

* No fueron incluidas en el análisis estadístico.

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

Cultivar	Amilosa %	Alkali Test
El Paso 144	25.80	4,5
XSP 112	24.90	2,0
XSP 116	18.55	2,8
XSR 115	21.95	3,6
Rp2	28,45	4,8
IRGA 417	25.95	2,8
Don Ignacio	22,25	2,3
Don Juan INTA	22,35	2,3
Cocodrie	21,45	2,0
SRL8319	23,80	4,5
SRL8336	23,95	7,0
SRL8497	23,85	4,5
Cr. 1649/99-00	21,15	2,3
Cr. 1650/99-00	20,80	2,6
Cr. 1655/99-00	21,10	2,3
Ant. 4631/99-00	22,40	1,9
Ant. 4917/99-00	22,65	1,9
Ant. 5110/99-00	21,40	2,2
Cr. 1812/99-00	23,65	4,3
Cr. 1115/99-00	28,65	4,5
Cr. 1672/99-00	23,00	2,7
Cr. 1665/99-00	21,25	2,5
Cr. 1810/99-00	22,70	2,3
Cr. 313/99-00	22,75	4,6
SRL6565	25,30	4,8

ECRR Zona Norte 2da. Epoca

La Fecha de siembra fue el 11/XI/2000 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 22/XI/2000. Este ensayo sufrió ataque de pájaros por lo que algunos de los participantes no fueron incluidos en el análisis estadístico (pie del Cuadro 17).

El análisis de los parámetros químicos del suelo arrojó los siguientes resultados: Fósforo 3.8 ppm; Materia orgánica 4%; Nitrógeno total 0.201% y pH 5.2 indicando una buena condición de fertilidad si se considera que se fertilizó todo el ensayo con una aplicación de fosfato diamónico de base.

El grupo de cultivares tropicales tuvo un promedio general de 10280 kg/ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 6.0. Todos los participantes de este grupo fueron afectados por vuelco en las dos repeticiones fertilizadas por lo que no se pudieron cosechar y participan en el análisis de varianza con dos observaciones.

Los híbridos y el cv. RP2 no se diferenciaron significativamente mientras que los dos híbridos mejores, XSR 115 y XSP 112, superaron significativamente al cv. El Paso 144. Este último sufrió ataque de *Pyricularia grisea* y *Sclerotium oryzae* mientras que los híbridos solo presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia grisea*. El cultivar RP2, si bien sufrió vuelco, no presentó síntomas de ninguna enfermedad. El híbrido XSP 112 fue 10 cm mas alto y con mayor porte vegetativo que El Paso 144 y de fácil desgrane como en ensayos anteriores.

La calidad industrial, expresada en porcentaje de grano entero como en porcentaje de granos panza blanca, fue significativamente afectada en este ensayo. Solo El Paso 144 alcanza el valor de base para grano entero y ninguno de los participantes obtienen un factor igual a 100.

El promedio general del segundo grupo fue de 8688 kg/ha con un coeficiente de variación de 5.8. Los cultivares Cocodrie e IRGA 417 se destacaron significativamente del cultivar Don Juan INTA. El cultivar Don Ignacio y la línea Cr 1713 se ubicaron en segundo lugar con rendimientos similares si bien el cultivar logró un mejor factor por tener menor porcentaje de granos panza blanca. Esta línea es resistente a los herbicidas IMI y a pesar de los granos panza blanca tiene un rendimiento final superior a los tropicales testigos.

Todos los participantes presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia grisea* en el cuello y raquis de la panoja. Solo el cultivar Don Juan INTA presento síntomas de podredumbre de la corona.

Cuadro 13. ECRR Norte 2da. Epoca

Cultivar	Rendimiento Kg/ha	G.Entero %	G.Total %	G.Panza Blanca %	G. Yesoso %	Factor De corr.	Rendimiento Corr./factor
XSR 115	11130 a	52,70	69,35	11,76	0,16	87,29	9716
XSP 112	10969 a	55,80	68,85	9,54	0,89	91,47	10033
Rp2	10371 ab	44,80	66,80	19,84	0,44	68,47	7101
XSP 116	10254 ab	52,00	70,15	16,94	0,17	82,21	8430
Paso 144	8676 b	56,80	67,80	10,93	0,00	90,67	7866
Cocodrie	9308 a	69,00	71,40	7,24	1,75	108,28	10079
IRGA 417	9246 a	65,55	68,35	9,45	0,00	101,45	9380
Don Ignacio	8764 ab	64,35	69,75	7,08	1,89	101,93	8933
Cr. 1713/99-00	8628 abc	67,15	70,90	12,77	3,06	98,45	8494
Don Juan INTA	8264 bc	64,95	69,95	2,66	0,03	109,24	9027
Cr. 383/99-00	7919 c	63,90	68,90	10,86	0,68	98,52	7801
Cr. 1662/99-00	6401 *	66,55	69,80	12,42	1,46	99,48	6368
Cr. 1666/99-00	4813 *	62,10	68,25	7,31	2,18	97,52	4693
Cr. 1683/99-00	4813 *	65,15	69,70	25,19	3,43	82,26	3959
Cr. 1684/99-00	5017 *	63,00	68,30	25,48	4,75	76,45	3836

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

* No fueron incluidas en el análisis estadístico.

Con respecto a la calidad de cocción para el primer grupo el híbrido XSR 115 presentó baja amilosa mientras que XSP 112 y XSP116 se ubican como de amilosa intermedia.

Los porcentajes de amilosa registrados en el segundo grupo son menores en los cultivares Cocodrie y Don Juan INTA al igual que en algunas líneas seleccionadas por amilosa intermedia.

Cuadro 14. Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test

Cultivar	Amilosa %	Alkali Test
Paso 144	28.8	4,9
XSP 112	24.3	2,5
XSP 116	22.2	3,0
XSR 115	21.35	5,3
Rp2	28,70	4,5
IRGA 417	28.5	4,4
Don Ignacio	23,45	2,0
Don Juan INTA	22,45	2,0
Cocodrie	22,15	2,8
Cr. 1662/99-00	21,95	2,8
Cr. 1666/99-00	22,35	2,3
Cr. 1683/99-00	21,10	2,4
Cr. 1684/99-00	21,25	2,3
Cr. 1713/99-00	21,85	2,2
Cr. 383/99-00	22,40	4,5

Conclusiones

Grupo tropical

En el grupo de tipo de planta tropical se incluyeron tres híbridos de Ricetec (USA). Participaron en seis ensayos en diferentes localidades y épocas. En todos las oportunidades alguno o todos los híbridos fueron superiores a los dos testigos, El Paso 144 y RP2, aunque no siempre presentaron diferencias estadísticamente significativas. En promedio el híbrido XSR 115 fue el que obtuvo mayores rendimientos en la mayoría de los ensayos seguido del XSP 112 y por el XSP 116. En dos localidades solamente el híbrido de mayor rendimiento supera estadísticamente al XSP 116. La literatura menciona aumentos de rendimientos promedios, debido al vigor híbrido de 30% sobre las variedades convencionales (L.P. Yuan 1994), sin embargo el valor máximo de un híbrido con respecto al mejor testigo en todos los

ensayos, aquí analizados, fue un 26 % superior (EEA 1era). Sin duda existe una ventaja, en la variable rendimiento, de los híbridos sobre los cultivares testigos en especial en las componentes de rendimientos número de macollos y granos por panoja. En contrapartida los híbridos volcaron en la mayoría de los ensayos y también son extremadamente de fácil desgrane en general y particularmente el XSP 112. La tendencia a volcar podría ser explicada por la importante traslocación de fotosintatos desde el tallo hacia la panoja que debilita la estructura de soporte y por el gran tamaño de las panojas. De acuerdo a Akita et al. 1989, los híbridos tienen una alta tasa de crecimiento del cultivo en el período prefloración, produciendo y almacenando una gran cantidad de carbohidratos en el tallo y las vainas de las hojas. Durante el período de madurez las reservas son exportadas hacia la panoja. Coincidentemente, Matsuo, en 1952 identificó una alta correlación positiva entre la resistencia a vuelco y la materia seca de la sección basal del tallo.

Los híbridos también presentaron un período de llenado de grano mas prolongado y con mayor diferencia dentro de la panoja, que los testigos.

Los cultivares testigos se alternaron en su ubicación relativa. El Paso 144 tuvo una tendencia a tener mejor rendimiento en las primeras épocas de siembra y el RP2 en las segundas.

La localidad EEA presenta una buena oportunidad para comparar los mismos participantes en dos épocas de siembra. Los promedios de rendimiento indican, una vez más, que las emergencias producidas después de fin de octubre son menores a medida que nos alejamos de esa fecha. (Arguissain 1985). El promedio general del grupo tropical fue de 10548 kg/ha en la primera época y 9882 kg/ha en la segunda. Para los híbridos en particular la diferencia fue aún mayor pues su promedio en la primera época fue de 12004 kg/ha y de 10245 kg/ha en la segunda.

Tanto los cultivares tropicales como los híbridos presentaron síntomas de ataque de *Pyricularia* grisea en todos los ensayos. Es particularmente importante destacar la presencia de esta enfermedad pues es probable que haya contribuido significativamente a deteriorar la calidad industrial y aumentar el porcentaje de granos panza blanca.

Los testigos presentaron síntomas de podredumbre de tallo a diferencia de los híbridos que tuvieron tallos sanos.

La calidad industrial de todos los participantes fue, en todos los ensayos, muy baja y en particular la de los híbridos extremadamente inferior. El híbrido XSR 115 es el de mejor calidad, tanto en porcentaje de grano entero como panza blanca y el XSP 116 el de peor calidad. En todos los ensayos el factor de los híbridos es sensiblemente inferior al de los cultivares testigos que tampoco alcanzan el valor base de 100.

Los parámetros de calidad de cocción, porcentaje de amilosa y temperatura de gelatinización, caracterizaron a los híbridos como de alta amilosa y temperatura intermedia al XSP 112, de baja-intermedia amilosa y temperatura intermedia al XSR 115 y de amilosa y temperatura intermedia al XSP 116. Sobre la base de esta información, el híbrido XSR 115 generaría un arroz pegoteado después de la cocción.

Grupo americano

Dentro del grupo de tipo de planta americano, se incluyeron líneas diferentes en cada localidad y época de siembra de acuerdo a la disponibilidad de semilla. No todos los ensayos tuvieron los mismos participantes. Solo los cultivares testigos Don Juan INTA, Cocodrie, IRGA 417 y Don Ignacio fueron incluidos en todas las localidades.

El análisis de la posición relativa de los cuatro testigos a través de todos los ensayos mediante la ponderación de cada uno según su ubicación en el cuadro de rendimientos, nos indica que en promedio el cv. IRGA 417 fue el que tuvo mejor performance sin encontrarse diferencias entre los otros tres cultivares. En cinco de los siete ensayos, el cv. IRGA 417, se ubicó en primer lugar respecto de los otros.

El mismo análisis realizado con la variable rendimiento corregido por factor, donde se tiene en cuenta el rendimiento agrícola y la calidad industrial, muestra que el mejor cultivar fue Don Juan INTA seguido por el IRGA 417 y el Cocodrie en una paridad y luego el Don Ignacio. En cuatro de los siete ensayos el cv. Don Juan INTA obtiene el mejor rendimiento corregido por factor.

De todas las líneas incorporadas en los ensayos se destacó la línea Cr 1812 que posee resistencia a los herbicidas IMI y tuvo un rendimiento agrícola muy similar al Don Juan INTA en el ensayo EEA 1ra, el mejor rendimiento junto con el IRGA 417 en el ensayo Centro 1era y un valor inferior al mejor en el ensayo Norte 1era pero no significativo. El porcentaje de granos panza blanca es inferior al cv. Don Juan INTA, similar o menor que los registrados por los cv. Cocodrie e IRGA 417 y superior al cv. Don Ignacio Su calidad expresada por el factor fue en los tres casos superior a 100.

La calidad de cocción de la línea Cr 1812 medida por los parámetros de porcentaje de amilosa y temperatura de gelatinización la ubican como de amilosa intermedia y temperatura de gelatinización intermedia - alta igual que el resto de los cultivares de calidad americana.

En todos los ensayos y en todos los participantes se presentaron síntomas de enfermedades fúngicas en general y en particular predominó el ataque de *Pyricularia grisea*. Ningún material mostró resistencia a esta enfermedad.

El porcentaje de granos panza blanca fue significativamente mas alto en todos los ensayos que en los ensayos de la campaña anterior que no sufrieron ataque de enfermedades. Este deterioro de la calidad podría estar asociado a la presencia de agentes patógenos como *Pyricularia grisea* y *Sclerotium oryzae* cuya interacción con la planta suele afectar el llenado del grano.

Finalmente se puede analizar el resultado de todos los participantes en conjunto de modo de comparar los mas destacados dentro de los cultivares de cada grupo a través de todos los ensayos. Si tomamos a los cultivares El Paso 144 , RP2 por un lado y Don Juan INTA e IRGA 417 por otro, como representantes de cada grupo, vemos que por la variable de rendimiento agrícola se ordenan de la siguiente manera: El Paso 144, 9083 kg/ha; RP2, 8596 kg/ha; IRGA 417, 8517 kg/ha; Don Juan INTA 8310 kg/ha. La diferencia entre el de mayor y el de menor valor promedio, El Paso

144 y Don Juan INTA respectivamente, es de 9%. Si analizamos la variable rendimiento corregido por factor se invierten las posiciones con los siguientes valores: Don Juan INTA, 9067 kg/ha; IRGA 417, 8760 kg/ha; El Paso 144, 8737 kg/ha y RP2, 7683 kg/ha. La diferencia entre los dos comparados anteriormente es ahora de 4% a favor del cv. Don Juan INTA.

Bibliografía

- Akita, S., L. Blanco and C.K. Kim. 1989. Higher energy partitioning to sink formation in F1 rice hybrids. *Jspn, Jour. Crop Sci.* 58 (Suppl.): 86-87. Citado en *Science of the Rice, Plant Vol II. Physiology*. Edited by T. Matsuo, K. Kumazawa, R. Ishii, K. Ishihara, H. Hirata. 1995 Nobunkyo, Tokyo, Japan.
- Arguissain, G.G. 1985. Efecto de las épocas de siembra sobre el rendimiento agrícola de arroz. En: *Arroz, Resultados Experimentales. 1984-85. Inf. Téc. N 1.* INTA EEA C. del Uruguay. II Manejo del cultivo de arroz. Pág. 19-22.
- Horiuchi, H., C. Saito, C. Miyahara, and T. Tani. 1965. Qualities of rices by early seasonal cultivation or early sowing depend upon rice varieties and growing regions. *Rept. Natl. Food Res. Inst. Tokyo* 20: 5-12.
- Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Science Today*, Vol. 16 N 11.
- Matsuo, T. 1952. Geneocological studies on the cultivated rice. *Bull. Nat. Inst. Agri. Sci.* Citado en *Science of the Rice, Plant Vol II. Physiology*. Edited by T. Matsuo, K. Kumazawa, R. Ishii, K. Ishihara, H. Hirata. 1995 Nobunkyo, Tokyo, Japan.
- Suzuki, H., S. Chikubu, and T. Tani. 1959. Physical and chemical properties of early and late season non-glutinous rices and their starches. *J. Agr. Chen. Soc. Japan* 33: 275-280.
- Yuan L.P. 1994. Increasing yield potential in rice by exploitation of heterosis. In *Hybrids rice technology, new developments and future prospects. Selected papers from the Int. Rice Research Conference IRRI*. Pg 1-6.

MANEJO DEL CULTIVO DE ARROZ

DISPONIBILIDAD HÍDRICA PARA EL CULTIVO DE ARROZ

Arguissain, G.G.¹; Durand, A.²; Boffeli, A.³; Schlegel, C.³; y Occhi, M.³

1. EEA INTA C. del Uruguay.

2. Actividad privada

3. Estudiantes en formación - Univ. de C. del Uruguay

Introducción

El riego por inundación en el cultivo de arroz representa un importante componente del costo de producción. La provisión de agua tiene como propósito, además de cubrir los requerimientos funcionales de la planta, complementar la acción de herbicidas para el control de malezas y generar un efecto termoregulador en la formación de macollos y espiguillas (Biswas and Bhattacharya, 1987; Satake et al, 1988). Pero por otra parte el nivel de agua empleado está asociado con la magnitud de pérdidas (McCauley et al, 1986). Si consideramos que el volumen de agua utilizado en los predios oscila entre 10000 a 13000 m³/ha (Blanco, 1988; Benavidez et al. 1993), y lo destinado a evapotranspiración constituye alrededor de 5000 a 6000 m³ (Arguissain, 1992; Jodo, 1995; Gamarra, 1996), es posible pensar que cubriendo los requerimientos del cultivo estaríamos en condiciones de generar un ahorro de agua del orden del 50 a 60% de lo consumido en la actualidad. Con la finalidad de producir arroz bajo un sistema irrigado en lugar de inundado, se vería disminuido significativamente el costo del riego mediante una mayor eficiencia de utilización del agua por unidad de superficie, aumentaría la capacidad de riego por proveedor de agua, y se mitigaría el efecto sobre el ambiente al reducir la utilización de este recurso no renovable.

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 un antecesor arroz y luego descanso por 8 años.

El cultivar empleado fue Don Juan INTA, sembrado el 10/11/00 y la emergencia se produjo el 20/11/00. La densidad de siembra fue de 200 kg/ha, y se aplicó fertilizante de base, con una dosis de 60 kg/ha de fosfato diamónico. Se efectuó un tratamiento con Pendimetalin (4 l/ha de p.c.) para el control de malezas. Se efectuó un repaso manual.

Los tratamientos efectuados fueron los siguientes:

- 1) Límite de 30% de agua útil en el perfil de 0-12 cm
- 2) Límite de 80% de agua útil en el perfil de 0-12 cm
- 3) Inundación.

En los tratamientos 1 y 2, al momento de alcanzar el límite de agua útil fijado, se regaron completando el perfil a capacidad de campo.

El sistema de riego empleado en estos dos tratamientos fue por aspersión. Las mediciones de humedad se efectuaron por gravimetría. El inicio de riego se realizó el 08/01/01, y la finalización el 16/03/01.

Al momento de diferenciación de espiguillas se fertilizaron todos los tratamientos con 100 kg/ha de urea.

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 (22/01/01), floración (27/02/01 al 06/03/01) y madurez (06/04/01), sobre un área de 1m x 0.2 m. Al momento de cosecha se evaluó componentes de rendimiento en igual área que para los muestreos de materia seca. El rendimiento fue evaluado sobre un área de 5 m². Se evaluó la calidad y rendimiento industrial.

Se efectuaron los análisis de varianza de las variables evaluadas.

Resultados y Discusión

Se hallaron diferencias en la producción de materia seca ($P < 0.05$) entre los tratamientos ensayados en los 3 estados fenológicos analizados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Materia seca total (g/m²) para los diferentes tratamientos ensayados en diferenciación de espiguillas, floración (100%), y a madurez (cosecha).

Tratamiento	MS en diferenciación	MS en floración	MS a la cosecha
30%	310 b	806 c	1132 b
80%	365 ab	1021 b	1257 b
Inundado	386 a	1228 a	1503 a

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

Al momento de diferenciación el tratamiento de restricción con 30% de agua útil (AU) en perfil presentó la menor acumulación de materia seca, aunque no fue significativamente diferente del tratamiento con 80% de AU. Al momento de floración las diferencias son más manifiestas, diferenciándose los tratamientos de restricción con el testigo inundado. La producción del tratamiento de 80% de AU fue mayor que el tratamiento de 30% de AU. Al momento de cosecha la materia seca de los tratamientos de restricción no se diferenciaron entre sí, pero ambos fueron superados por el testigo inundado.

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

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

Tratamiento	Peso por tallo en Diferenciación	Peso por tallo en Floración	Peso por tallo a la cosecha
30%	0.502 ab	1.445 c	1.557 a
80%	0.490 b	1.717 b	1.533 a
Inundado	0.595 a	1.972 a	1.565 a

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

Al momento de diferenciación, el peso del tallo del tratamiento 80% de AU, fue inferior al testigo inundado. En floración los dos tratamientos de restricción presentaron un peso de tallo inferior al testigo inundado, y el tratamiento de mayor restricción (30% de AU) presentó el menor valor de peso de tallo.

El bajo valor de peso de tallo presentado en diferenciación por el tratamiento de 80% de AU pudo estar asociado a que este tratamiento presentó un número de tallos elevado en ese momento fenológico, resultando como consecuencia un alto número de tallos pero de bajo peso. Por otra parte al momento de floración el número de tallos se vió igualado, pero la restricción hídrica generó, como se mencionara anteriormente un peso significativamente inferior. En el Cuadro 3 se presenta el número de tallos para los tratamientos y momentos fenológicos evaluados.

Cuadro 3. Número de tallos (m^2) para los diferentes tratamientos ensayados en diferenciación, floración y a madurez.

Tratamiento	Numero de tallos en diferenciación	Número de tallos en floración	Número de tallos a madurez (=panojas)
30%	621 b	559 a	393 a
80%	744 a	599 a	417 a
Inundado	647 ab	622 a	449 a

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

El número de panojas no resultó significativamente diferente al momento de madurez ($P>0.05$).

Se analizó la remobilización del tallo en el período floración a madurez, expresado como variación de peso del tallo. Los valores para los diferentes tratamientos se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Remobilización del tallo(g) en el período floración a cosecha (variación de peso por tallo)

Tratamiento	MS remobilizada
30%	-0.117 b
80%	0.213 ab
Inundado	0.407 a

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

El patrón de remobilización observado sugiere una asociación con el número de destinos finales (granos) logrados. En el Cuadro 5 se muestran los componentes de rendimiento para los diferentes tratamientos ensayados.

Cuadro 5. Componentes de rendimiento para los diferentes tratamientos de restricción de agua ensayados.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	PMG G/1000 granos	% Vaneo	Espiguillas /panoja
30%	4506 c	26.58 b	28.1 a	60.8 b
80%	5802 b	28.01 a	13.0 b	57.6 b
Inundado	7530 a	28.61 a	16.6 b	73.3 a

El tratamiento de 30% de AU presentó el valor más bajo de rendimiento, ocasionado por una menor definición de espiguillas por panoja, un incremento significativo del porcentaje de vaneo, y una reducción en el peso de mil granos. El bajo número de granos determinados, así como el menor peso de los mismos explicaría la menor demanda de los mismos para remobilizar materia seca del tallo (Cuadro 4). Kobata (1995) menciona que una reducción en el potencial agua seguido de sequía causa una disminución en el número de espiguillas y daños en la fertilidad de las flores, y como consecuencia la translocación de asimilados a la panoja es inhibida. El tratamiento de restricción con 80% de AU, presentó como principal limitación para la formación del rendimiento, el número de espiguillas diferenciadas por panoja. Matsushima (1967) muestra una estrecha relación positiva entre el espesor del entrenudo basal y el número de espiguillas diferenciadas por panoja. Ishii y Kumura (1987) mencionan que el número de flores diferenciadas no se ve afectada cuando se limita la acumulación de materia seca en el período que va desde 39 días antes de panojamiento al estado de panoja de 1cm, pero por otra parte observan un incremento del número de flores degeneradas cuando se limita el incremento del peso del tallo desde el período de panoja de 1 cm a panojamiento. El menor crecimiento del tallo registrado al momento de floración puede explicar la menor definición de granos producida en ambos tratamientos de restricción.

Se observó un retraso en la fecha de panojamiento (100%) fundamentalmente en el tratamiento de restricción de 30% de AU. Las fechas de panojamiento para cada tratamiento se muestran en el Cuadro 6

Cuadro 6. Fechas de panojamiento (100%) para los diferentes tratamientos ensayados.

Tratamiento	Fecha
30%	06/03/01
80%	28/02/01
Inundado	27/02/01

Ahmed et al. (1996) mencionan que el nivel de excursión de la panoja es un indicador del nivel de susceptibilidad al estrés. El atraso manifestado en el

panojamiento por el tratamiento de 30% de AU resulta coincidente con el estrés más intenso que recibió este tratamiento.

No se observó un deterioro de la calidad industrial, manifestándose solo un incremento en el porcentaje de grano panza blanca en los tratamientos de restricción hídrica. El porcentaje de grano yesoso no fue diferente entre los tratamientos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Calidad industrial del grano para los diferentes tratamientos ensayados.

Tratamiento	Total %	Entero %	Panza blanca %	Yeso %
30%	69.0	65.5	4.80	0.12
80%	69.6	65.7	5.10	0.11
Inundado	68.8	65.6	2.60	0.14

Consideraciones finales

Límite de agua útil del 30%: Este nivel de disponibilidad hídrica genera disminuciones del orden del 40% del rendimiento. El proceso de productividad se ve afectado en todos sus componentes, reduciendo la producción al momento de floración, limitando el número de espiguilla, aumentando el vaneo y disminuyendo el peso del grano. Resulta improbable generar manejos específicos planteando condiciones con este nivel de disponibilidad en algún momento del ciclo, ya que el cultivo se vería afectado indefectiblemente.

Límite de agua útil del 80%: La disminución del rendimiento fue del 23%. El componente de rendimiento que explica la mayor parte de esta disminución fue el número de espiguillas por panoja. Una mayor disponibilidad hídrica en el período diferenciación-floración con el propósito de aumentar la tasa de crecimiento del tallo en este período y evitar la pérdida de espiguillas, podría resultar clave para definir un potencial de flores semejante al tratamiento con inundación, y de esta forma equilibrar los rendimientos..

Bibliografía

- Ahmed, H.U., M. L. Ali, S. K. Zaman, M.A. Kabir, and N.M. Miah. 1996. Varietal Characteristics and soil management to reduce drought stress. In Physiology of stress tolerance in Rice. Singh, V.P. et al.(eds) 1996. Proceedings of the International Conference on Stress Physiology of Rice, 28 Feb- 5 March 1994, Lucknow, U.P. India, 239 pp.
- Arguissain, G.G., Villón, C.. 1992. Consumo de agua. Proarroz. Resultados Experimentales 1991-1992.p32-34

- Benavidez, R, Díaz, E. Duarte, O. Valent, R. Alvarez, A., Granton, M. Palmieri, J. 1993. Analisis de las mediciones agrohidrológicas en un cultivar de arroz. Proarroz. Resultados Experimentales 1992-1993.p55-61
- Blanco F. 1989. Arroz. Consumo de agua. Centro de Investigaciones Agrícolas “Alberto Boerger”. Riego. Resultados Experimentales N° 27 Noviembre 1989. Estación Experimental del Este. 43-47 p.
- Gamarra, G.1996. VII Riego y Drenaje. In Arroz Manual de Producción. Ed. Hemisferio Sur. R.O. del Uruguay. p183-226.
- Ishii, Y.and A. Kumura. 1987. Physiological studies on the panicle growing precess in rice plants. Relationships between dry matter increase and differentiation or degeneration of flowers in the panicle development stage in different stems. Japan J. Crop Sci. 56-2:-17-18 p.
- Jodo, S. 1995. Water use and drought resistance. In Science of the rice plant Chapter 7. Matzuo et al. Food and Agiculture Policy Research Center. Tokyo. 461-483.
- Kobata T. 1995. Nutrients and Water. Drought resistance. Chapter II. In. Science of the Rice Plant. Physiology. Matzuo et al. Food and Agiculture Policy Research Center. Tokyo. 480 p.
- Matsushima, S. 1967. Crop Science in Rice . X How the number of spikelets per panicle can be predicted. 133-149 p.

COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES DE ARROZ AL ESTRÉS HÍDRICO

Arguissain, G.G.¹; Durand, A.²; Boffeli, A.³; Schlegel, C.³; y Occhi, M.³

1. EEA INTA C. del Uruguay.

2. Actividad privada

3. Estudiantes en formación - Univ. de C. del Uruguay

Introducción

Existen antecedentes de sistemas alternativos de riego para arroz, pero debido a la alta sensibilidad del arroz al estrés hídrico, cualquier imprevisión en el sistema genera importantes mermas de rendimiento generando inestabilidad de la producción. Es por ello que identificar variedades tolerantes permitiría implementar las reducciones en las dotaciones de riego.

La mayoría de los estudios de arroz tolerante al estrés fueron desarrollados para cultivos de secano. En general este sistema de cultivo presenta baja productividad y calidad de grano, por lo que el desafío de complementar características de tolerancia, productividad y calidad resulta más ambicioso.

Objetivo

Caracterizar el comportamiento de cultivares de arroz bajo dos 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 cultivo antecesor fue arroz.

Se realizó siembra directa, el 21/11/00. El tratamiento para control de malezas fue Pendimetalin (4,5 l/ha p.c.) + Propani (6 l/ha) + Syrius (80 cc/ha). La emergencia se produjo el 01/12/00. Se aplicó fertilización de base a razón de 60 kg/ha de fosfato diamónico. El 30/01/01 se efectuó una fertilización de cobertura con 100 kg/ha de urea a todos los tratamientos. El inicio de riego fue el 25/01/01, y la finalización el 08/04/01.

Los cultivares ensayados fueron:

- 1) IRGA 417 (180 kg/ha).
- 2) El Paso 144 (180 kg/ha).
- 3) Don Juan INTA (200 kg/ha).
- 4) Yerúa (210 kg/ha).

Los tratamientos de riego empleados fueron:

- A) Inundación
- B) Riego intermitente. Estrés hídrico (considerado al momento de producirse acartuchamiento en todos los materiales ensayados) y luego baño.

El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones, con cultivares apareados por tratamientos de riego. El tamaño de parcela fue de 2m x 25m.

Se evaluó la producción de materia seca y se calculó la tasa de crecimiento del cultivo en el período emergencia-floración. Se evaluó el número de tallos a floración y el peso unitario de los mismos en floración y cosecha. Se evaluó el rendimiento y sus componentes. Las áreas de muestreo fueron de 1m x 0.2m para materia seca y componentes, y de 15 m x 0.2 m para la evaluación de rendimiento. Se calculó el valor relativo del tratamiento de estrés para cada cultivar respecto de su testigo inundado. Se evaluó la calidad y rendimiento industrial.

Se efectuaron los análisis de varianza de las variables evaluadas.

Resultados y Discusión

Se hallaron diferencias significativas en la tasa de crecimiento del cultivo en el período emergencia-floración para los diferentes tratamientos ensayados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tasa de crecimiento del cultivo (g M.S./día) en el período emergencia-floración.

Cultivar/Tratamiento	Inundado	Con estrés	Relativo Inundado
Irga 417	14.08 abc	12.63 bcd	0.897
El Paso 144	15.68 a	11.37 cd	0.725
Don Juan INTA	15.49 ab	10.81 d	0.698
Yeruá	13.71 abcd	11.49 cd	0.838

Letras iguales no difieren significativamente ($P>0.05$) Test de Duncan.

Los cultivares de ciclo corto (IRGA417 y Yeruá) mantuvieron la tasa de crecimiento, mientras que El Paso 144 y Don Juan fueron más sensibles al estrés hídrico.

El número de tallos a floración resultó diferente entre los cultivares pero no fueron afectados por el estrés hídrico proporcionado. Los valores se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Número de tallos (m^2) a floración para los diferentes tratamientos ensayados

Cultivar/Tratamiento	Inundado	Con estrés	Relativo Inundado
Irga 417	592 ab	637 a	1.08
El Paso 144	658 a	668 a	1.01
Don Juan INTA	495 bc	488 bc	0.98
Yeruá	451 c	520 bc	1.15

Letras iguales no difieren significativamente ($P>0.05$) Test de Duncan.

Se observa una tendencia, aunque no significativa en los cultivares Irga417 y Yeruá a presentar un incremento del número de tallos en los tratamientos con estrés hídrico.

El peso seco por tallo resultó diferente al momento de floración, aunque esta característica no se presentó entre los diferentes sistemas de riego en el momento de cosecha. Los valores de peso por tallo se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Peso por tallo (g) al momento de floración y cosecha para los diferentes tratamientos ensayados.

Tratamientos	Floración		Relativo		Cosecha		Relativo	
	Inundado	Estrés	Inundado	Estrés	Inundado	Estrés	Inundado	Estrés
Irga 417	0.952 bc	0.672 d	100	0.71	1.023 abc	0.801 bc	100	0.78
El Paso 144	0.896 bc	0.765 cd	100	0.85	0.971 abc	0.755 c	100	0.77
Don Juan	1.323 a	1.022 bcd	100	0.77	1.065 abc	1.163 a	100	1.09
Yeruá	1.232 a	0.850 b	100	0.69	1.201 a	1.091 ab	100	0.91

Letras iguales (dentro de cada momento fenológico) no difieren significativamente ($P>0.05$) Test de Duncan.

El peso por tallo se ve disminuido por efecto del estrés hídrico en todos los cultivares al momento de floración. El más afectado en términos relativos resultó el Yeruá, esto se ve relacionado con la tendencia enunciada anteriormente a presentar un mayor número de tallos. Al momento de cosecha se puede observar que el cultivar Don Juan y Yeruá dentro del tratamiento con estrés hídrico presentaron los valores más altos de peso, seguido por el IRGA 417; esta característica es concordante a lo que fue descrito en el trabajo de Disponibilidad hídrica (en este volumen) en donde la falta de destinos (flores a ser llenadas) exigirían una menor remobilización de carbohidratos del tallo.

El ciclo a floración se vio alargado por efecto del estrés hídrico las fechas de floración se muestran en el Cuadro 4

Cuadro 4. Fecha de floración (100%) para los diferentes cultivares ensayados en las dos condiciones de disponibilidad hídrica.

Cultivar/Tratamiento	Inundado	Sin inundar
Irga 417	97	104
El Paso 144	102	109
Don Juan INTA	99	104
Yeruá	90	104

El cultivar Yeruá presentó el mayor nivel de atraso, seguido por IRGA 417, El Paso 144, y finalmente Don Juan INTA.

Se hallaron diferencias significativas en el rendimiento, peso de mil granos, porcentaje de vaneos, y número de espiguillas por panoja, entre los tratamientos de riego. Las diferencias no fueron significativas para el número de panojas/m². Los valores se muestran en el Cuadro 5. En el Cuadro 6 se muestran los valores relativos de estas variables.

Cuadro 5. Rendimiento, peso de mil granos, porcentaje de vaneos, espiguillas por panoja y número de panojas por m² para los diferentes tratamientos ensayados.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)		PMG(g)		Vaneo %		Panojas/m ²		Esp/panoja	
	Inund.	Estrés	Inund.	Estrés	Inund.	Estrés	Inund.	Estrés	Inund.	Estrés
Inrga 417	7297 a	4416 c	22.65ef	21.06 f	6.0 c	22.3 ab	450 ab	435 ab	76 b	64 bc
El Paso 144	7448 a	4541 c	25.20 c	23.08de	13.3 bc	19.8 bc	490 a	434 ab	70 bc	57 cd
Don Juan	6214 b	3698 c	25.95 c	24.84cd	18.8 bc	25.7 ab	313 c	312 c	95 a	66 bc
Yeruá	6902 ab	3188 d	32.16 a	29.03 b	19.1 bc	34.9 a	352 bc	388 abc	75 b	46 d

Letras iguales (dentro de cada variable de rendimiento) no difieren significativamente ($P>0.05$) Test de Duncan.

Cuadro 6. Valores relativos de Rendimiento, peso de mil granos, porcentaje de vaneos, espiguillas por panoja y número de panojas por m² respecto del testigo inundado para los diferentes cultivares ensayados.

Tratamientos	Rendimiento	P. M. G.	% Vaneo	Panojas/m ²	Esp/panoja
	% del valor inundado	% del valor inundado	% del valor inundado	% del valor inundado	% del valor inundado
Inrga 417	60.5	93	370	97	84
El Paso 144	60.9	92	150	89	81
Don Juan	59.5	96	140	100	69
Yeruá	46.2	90	180	110	61

El estrés hídrico produjo disminución de rendimiento ($P<0.05$) en todos los cultivares ensayados. El cultivar Yeruá fue el más afectado. El déficit hídrico produjo una disminución del peso de mil granos, afectándose seriamente los cultivares Yeruá y El Paso 144. El vaneo incidió fuertemente en el cultivar IRGA417 cuando fue expuesto al estrés hídrico seguido por el cultivar Yeruá ($P<0.05$). El efecto de estrés hídrico en diferentes momentos fenológicos fue estudiado por Tomioka (1930), Yamamoto (1943) y Wada et al (1945). Estos autores resumen que la esterilidad se puede producir en "embuchado", por verse afectado la división de la célula madre del polen, o bien aún después de la emergencia de la panoja. El número de granos llenos es dependiente de la capacidad de producir fotoasimilados en el periodo cercano pre y post antesis y esta capacidad se ve afectada por el estrés hídrico (Cruz y O'Toole, 1984; Boonjung, 1993).

El número de panojas/m² no se alteró por efecto del estrés, aunque el cultivar El Paso 144 presentó una tendencia a disminuir el número. El número de espiguillas por panoja fue disminuida significativamente ($P<0.05$) por efecto del estrés hídrico principalmente en los cultivares Don Juan INTA y Yeruá. Tajima (1995) menciona diferencia entre cultivares en el nivel de disminución de diferenciación de espiguillas por efecto del estrés hídrico.

El rendimiento y calidad industrial mostró diferencias en el porcentaje de grano panza blanca y yeso por efecto del estrés hídrico. Los valores se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Rendimiento y Calidad industrial para los diferentes tratamientos ensayados

Tratamientos	Total %		Entero %		Panza blanca %		Yesoso %	
	Inundado	Estrés	Inundado	Estrés	Inundado	Estrés	Inundado	Estrés
Irga 417	67.5	68.5	64.3	62.7	2.47 c	2.13 c	0.03 b	0.08 b
El Paso	68.3	69.8	62.3	63.9	11.22 b	19.10 a	0.15 b	0.06 b
Don Juan	69.8	70.1	66.0	66.0	2.69 c	3.76 c	0.09 b	0.03 b
Yeruá	69.8	70.3	63.2	64.5	5.51 bc	21.75 a	0.26 b	0.67 a

Letras iguales (dentro de cada variable de calidad industrial) no difieren significativamente ($P > 0.05$) Test de Duncan.

El estrés hídrico generó un aumento significativo en el porcentaje de panza blanca de los cultivares Yeruá y El Paso 144. En la variable yesoso, solo el cultivar Yeruá presentó un aumento significativo por efecto de la restricción de agua.

Consideraciones finales

Yeruá: Este cultivar fue el más sensible al estrés hídrico, disminuyendo un 54% su rendimiento. Todos los componentes del rendimiento se ven afectados a excepción del número de panojas, y también se ve disminuida su calidad industrial con un considerable aumento del porcentaje de granos panza blanca.

Don Juan INTA: Al igual que en la experiencia de disponibilidad hídrica reportado en este volumen, el estrés reduce el número de espiguillas por panoja como principal componente del rendimiento. El vaneo y el peso de mil granos afectaron complementaria-mente a la reducción de rendimiento que fue del orden del 40%. Este cultivar mantiene su calidad.

El Paso 144: En este cultivar el peso del grano fue significativamente afectado. El aumento del vaneo, la disminución de panojas y espiguillas por panoja generaron un efecto acumulativo para resultar en una disminución del rendimiento del orden del 39%. La calidad industrial se ve seriamente afectada por el incremento en granos panza blanca.

IRGA417: El estrés produjo una disminución del 40% de su rendimiento. Su sensibilidad fue expresada a través de un importante incremento en el número de granos vanos. Su calidad se mantiene.

De los cultivares evaluados, es posible considerar como promisorio la aplicación de riegos estratégicos durante el período embuchado-floración en el cultivar IRGA 417. La provisión de mayor disponibilidad hídrica en ese momento, con el propósito de disminuir el porcentaje de vaneo, permitiría alcanzar rendimientos más próximos al testigo inundado, con la ventaja de que su calidad industrial no se ve afectada.

Bibliografía

- Boonjung H.. 1993. Modelling growth and yield of upland rice under water limiting condition. PhD thesis. The University of Queensland, Australia. In: Stress Physiology in relation to breeding for drought resistance: A case study of rice. Physiology of Stress Tolerance in Rice Eds Singh, V.P. et al Lucknow, U.P., India. 141p
- Cruz R.T., O'Toole J.C.. 1984. Dryland response to an irrigation gradient at flowering stage. Agron. J. 76:178-182p.
- Tajima, K. 1995 Occurrence and mechanism of drought damage. Science of the rice plant. Chap 2.3. Physiology. Matzuo et al. Food and Agriculture Policy Research Center. Tokyo. 838-849 p.
- Tomioka, S. 1930. Experimental results of drought resistance in paddy rice plants. Agr. & Hort. 5:614-622p.
- Wada, E, I. Baba and T. Furuya. 1945 Studies on the method for preventing rice plants from drought injuries. 2 Differences in the degree of drought damage among the growth stages. Agr. & Hort. 20:131-132 p.
- Yamamoto, K. 1943. Studies on mechanisms inducing a yield decline of rice plants due to drought. 2 Influences of drought treatments at different growth stages on grain ripening. Agr & Hort, 18: 390-394 p.

EVALUACION DEL RIEGO DEL CULTIVO DE ARROZ POR SU CAPACIDAD DE CONVERSION DE AGUA Y ENERGIA DE BOMBEO A GRANO

Díaz E.¹; Pozzolo O.^{1,2}; Mendieta M.¹; Valenti R.¹; Lenzi L.²; Duarte O.¹;
Wilson M.¹ y Benavidez R.¹

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 caída del precio de venta local del grano de arroz llevaron a una reconversión de las fuentes de abastecimiento de agua incrementado las superficiales en desmedro de las subterráneas.

Las perforaciones que abastecen el sistema son de entre 45 y 110 metros de profundidad con caudales aforados que oscilan entre 160-600 m³/hora, mientras que caudal medio es de 360 m³/hora, con consumos de combustibles del orden de 465-746 lt/Ha.

La conversión de agua en arroz cáscara es de $1,45 \pm 0,2$ m³/kg para los lotes analizados

Introducción

La Provincia de Entre Ríos sustenta a partir de la explotación de agua subterránea el riego de cultivo de arroz. Benavidez *et al.* (1993), estimaron el consumo en 13.600 m³/Ha a partir de análisis en parcelas. El alza de precio del combustible y el bajo porcentaje de motores alimentados a energía eléctrica, explicado por los costos fijos de las instalaciones a lo largo del año, llevaron a una reconversión de la fuente de alimentación en una primera etapa, incorporando el gas propano-butano.

El área sembrada ha disminuido de 170.000 Ha (98/99) a 92.000 Ha (99/00) y en la última campaña (00/01) fue de 62.000 Ha, basándose en una menor superficie irrigada a partir de perforaciones. Sin embargo, se observa un incremento de la superficie irrigada a partir de represas de almacenamiento y desde cursos superficiales.

La Figura N° 1 muestra el área de estudio involucrado en esta presentación, diferenciando las áreas predominantemente basadas en recursos hídricos subterráneos de las que se abastecen de aguas superficiales

Actualmente, a nivel provincial, la fuente de aprovisionamiento más importante es el agua subterránea con el 64% de la superficie irrigada, seguida por el almacenamiento superficial (28%), aportada por 46 represas y por la extracción a partir de cursos superficiales sin regular (8%), (Reggiardo, 1999 y PROARROZ, 2001).

En el marco del Proyecto "Sustentabilidad del Cultivo de arroz en la Provincia de Entre Ríos" financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Díaz et al (2000) evaluaron las relaciones entre las precipitaciones y los niveles potenciométricos en el acuífero y Mendieta (2000) evaluó 8 sistemas de riego de arroz basado en agua subterránea midiendo consumos de combustible y aforando caudales para distintos regímenes de bombeo.



Plano N° 1. Ubicación del área de estudio

Objetivo

Determinar el costo del agua para riego de arroz a partir de perforaciones y la conversión de agua y energía de bombeo a grano, evaluando los indicadores de eficiencia relativa en la Provincia de Entre Ríos.

Metodología

Se seleccionaron perforaciones en las que se midieron caudales y consumo de combustible para distintos regímenes de bombeo (rpm), determinado el costo unitario del volumen de agua para cada combustible (gas oil, agrodiesel, IFO 10, electricidad). Para el caso del propano-butano no se pudo medir consumo debido a las características del sistema.

Se utilizó como equipo de medición un aforador con registro digital de volúmenes, contador de revoluciones por minuto para medir rpm del cabezal de la bomba y del motor, cronómetros, sonda bipolar para medir niveles estáticos y dinámicos, un GPS para referenciar los estudios y un sistema de "by-pas" para medir los consumos de los combustibles líquidos utilizados.

El ensayo en perforaciones consistió en seleccionar localizaciones de sistemas de extracción basados en las siguientes características:

- ambiente hidrogeológico explotado, a partir de Fili et al (1994).
- método constructivo
- material de filtro
- tipo y modelo de bombas utilizadas
- sistemas de transmisión de la energía del motor al cabezal de la bomba
- combustible utilizado
- características de los motores
- representatividad de los sitios de muestreo.

En los referente al costo de riego a partir de perforaciones, el trabajo consistió en la medición de 23 sistemas de extracción de agua a partir de perforaciones profundas, entre 45 y 120 metros, de diámetros entre 10 y 14", con bombas de sello y de columna, con transmisión mediante correa plana, correa en V y cardánicas. Los combustibles medidos fueron: gas-oil, agrodiesel, IFO10, electricidad y gas propano-butano.

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. Para los motores eléctricos y el de gas no fue posible obtener dichos valores.

Resultados

El Cuadro 1 presenta los resultados de las mediciones obtenidas en las 23 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.

Los valores de caudales aforados en las perforaciones oscilan entre 167 y 588 m³/hora con un valor medio de 360 m³/hora, mientras que la conversión de \$ en m³ de agua oscila entre 19,5 y 65,1 m³/\$, con un valor medio de 44 m³/\$, el costo del agua oscila entre 0,0322 y 0,0154 \$/m³.

Finalmente, debe señalarse que la conversión de agua en arroz cáscara es de 1,45 ± 0,2 m³/kg para los lotes analizados, que en comparación con los valores obtenidos por Currie et al, que oscilan para las Provincias de Corrientes y Santa Fe

entre 1,67 y 3,89 m³/kg, demuestran una mayor eficiencia de conversión en producto del agua de riego. El cálculo para la Provincia de Entre Ríos esta basado en los siguientes supuestos:

- superficie del lote	80 Ha
- caudal medio del pozo	450 m ³ /hora
- horas de bombeo por campaña	1800 hs
- consumo horario de combustible	25 lt/hs
- rendimiento del cultivo	7.000 kg/Ha

Los rangos de conversión de combustible a kilogramos de arroz encontrados en las situaciones de medición de esta campaña son:

- conversiones eficientes	15.20 kg/lt
- conversión media	12.44 kg/lt
- conversión mínima	9.67 kg/lt

Cuadro 1. Resumen de las mediciones en Perforaciones

Lugar	Caudal Max. [m ³ /hora]	Consumo [lt/h] ó kwh]	Conversión [m ³ /lt] ó [m ³ /kwh]	Costo del agua [\$/m ³]	Tipo de Combustible
Col. Espindola	261,0	17,5	14,91	0,0198	IFO10
Jubileo 1	464,0	28,0	16,57	0,0197	IFO10
Lucas Norte 1	420,0	24,7	17,00	0,0306	Gasoil
Jubileo 2	573,0	22,0	26,05	0,0154	IFO10
Lucas Norte 2	420,0	24,3	17,28	0,0300	Gasoil
Villa Clara	324,0	24,0	13,50	0,0207	IFO10
Villa Elisa 1	486,0	29,2	16,64	0,0201	IFO10
Villa Elisa 2	597,0	30,5	19,57	0,0156	IFO10
Villa Mantero	291,0	-	-	-	IFO10
Isleta 1	427,0	24,2	17,64	0,0188	IFO10
Isleta 2	316,0	19,8	15,96	0,0203	IFO10
San Pedro 1	523,0	25,6	20,43	0,0158	IFO10
San Pedro 2	210,0	-	-	-	Gas
San Pedro 3	293,0	50,0	5,86	0,0213	Eléctrico
Gral. Campos	385,0	60,0	6,42	0,0197	Eléctrico
San Ramón 1	168,0	12,5	13,44	0,0329	Agro Diesel
San Ramón 2	274,0	13,9	19,71	0,0239	Agro Diesel
San Ramón 3	234,7	18,8	12,48	0,0270	IFO10
Los Charruas	402,0	31,1	12,93	0,0249	IFO10
San Salvador	338,0	22,7	14,89	0,0222	Gasoil
San Ernesto 1	174,8	45,0	3,88	0,0322	Eléctrico
San Ernesto 2	352,2	90,0	3,91	0,0319	Eléctrico
Arroyo Barú	436,8	90,0	4,85	0,0258	Eléctrico

Conclusiones

Las perforaciones que abastecen el sistema son de entre 45 y 110 metros de profundidad con caudales aforados que oscilan entre 160 y 600 m³/hora. El caudal medio de las perforaciones es de 360 m³/hora. El consumo de combustibles para es del orden de 450 a 620 lt/Ha para los sistemas de riego basados en agua subterránea extraída a partir de perforaciones.

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 m³/hora.

En lo que respecta a los motores a explosión, las mayores pérdidas se generan por no trabajar en el rango de revoluciones por minuto de menor consumo específico, indicadas en las tablas, 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 m³/lt de combustible y los menos llegan a 13.4 m³/lt

Explicado en base a los requerimientos de un productor que riega con un orden de 10.000 m³/Ha/campaña, estos rangos de eficiencia implican gastar 465 lt/Ha de combustible (IFO 10, agrodiesel o gas oil) si se cuenta con una combinación eficiente o 746 lt/Ha, si el sistema no se encuentra optimizado. Expresándolo en costo del gas-oil a 0.34 \$/lt de gas oil (antes de impuestos), significa unos 97 \$/Ha de gastos adicionales por una inadecuada selección de conjunto bomba-transmisión-motor.

La conversión de agua en arroz cáscara es de $1,45 \pm 0,2$ m³/kg para los 23 lotes analizados en la campaña 00/01.

Los resultados obtenidos de esta primera campaña de medición indican la importancia relativa 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.

Bibliografía

- Fili, M.F.; Tujchneider, O.C.; Perez, M. y M. Paris. (1994). Investigaciones Geohidrológicas en la Provincia de Entre Ríos. Temas Actuales de la Hidrología Subterránea. Universidad Nacional de Mar del Plata y Consejo Federal de Inversiones. Página: 299-313
- Benavidez, R.; Duarte, O.; Valenti, R. y E. Díaz (1993). Evaluación de las pérdidas de agua en un sistema de riego de arroz. Entre Ríos. Anales del X Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. AACCS-Universidad de Cuyo. Mendoza. Argentina. 10 páginas.
- Currie, H.; Fedun, L. y J. Giménez (2000). Evaluación de los Sistemas Arroceros por la Capacidad de Conversión de Recursos Hídricos e Insumos a Través de Indicadores de Eficiencia - UNNE. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Agua-Santiago del Estero Argentina. páginas 339-340. Extendido en CD.
- Díaz, E.; Duarte, O.; Valenti, R.; Wilson, M. y R. Benavidez (2000). Relación precipitaciones-niveles piezométricos en el borde oriental de la Provincia de Entre Ríos. Argentina. I Congreso Mundial Integrado de Aguas Subterráneas. ABAS-ALSHUD-IAH. páginas 42-43. Extendido en CD. Fortaleza. Brasil.
- Mendieta, M. (2000). Caracterización de sistemas de extracción de aguas subterráneas en zonas arroceras. Trabajo Final de Graduación. Fac. de Cs. Agropecuarias UNER. 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.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO Y SU RELACIÓN CON LA CONDICIÓN DE SUELOS ARROCEROS

Wilson M., Cerana J., Valenti R., Rivarola S., Banchemo C., Díaz E. y R. Benavidez

Departamento Ciencias de la Tierra.
Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER

Introducción

Acompañando el crecimiento del área sembrada con arroz, a fines de la década pasada se manifestó un aumento de la participación de otros cultivos en la rotación, produciendo cambios en el modelo arrocero tradicional (ganadero/arroz), pasando a un sistema más intensivo de secuencias de cultivos y escasa rotación con praderas.

La fuente de agua de riego más utilizada es de origen subterráneo, siendo actualmente el 32% superficial. El Plan Mapa de Suelos (1984), considera que los Vertisoles hidromórficos del centro-norte y nordeste de la provincia reúnen condiciones óptimas para el cultivo de arroz fundamentado en la permeabilidad muy lenta de los horizontes, pendientes muy suaves, no sufren problemas de erosión y poseen acuíferos de gran volumen y calidad.

Sin embargo, el cultivo continuo de arroz regado puede producir como consecuencia el deterioro de la estructura del suelo "encostramiento", creando un ambiente físico muy pobre para posteriores cultivos sin riego intervinientes en la rotación (De Datta y Hundal, 1984), reduciendo la emergencia de plántulas. Al perder la estabilidad estructural comienzan problemas de deficiencia hídrica en el suelo, anclaje de raíces e implantación de los cultivos, incluido el arroz, necesitando muchas veces un riego "efecto mojado" para lograr la emergencia cuando se presenta el tiempo seco.

Marassi y Benavidez (1988), comprobaron que los índices I_s –inestabilidad de agregados- y k de percolación (Henin *et al.*, 1972) fueron sensibles y detectaron estados de deterioro físico de suelos sujetos a diferentes tratamientos de uso y manejo del cultivo de arroz. La estructura del suelo da una idea de la forma y distribución del sistema poroso y es una propiedad alterable debido a las labores o cualquier otro tipo de perturbación. Buenos tenores de materia orgánica contribuyen a la estabilidad estructural aumentando la resistencia a los procesos erosivos.

La interacción entre la calidad del agua y las propiedades fisicoquímicas del suelo es muy importante cuando se desea evaluar la posibilidad de utilizar el agua para riego. Las directrices propuestas por Ayers y Westcot (1987) y Rhoades *et al.* (1992) fueron tomadas para este trabajo aunque, si bien no se adaptan totalmente a las condiciones regionales, contemplan la influencia de la mayor variedad de parámetros.

La relación de adsorción de sodio (RAS) se utiliza para conocer el peligro de la presencia de sodio en el suelo y sus efectos sobre la permeabilidad. Cuando en el

agua de riego se presentan altos valores de bicarbonato se intensifica la sodificación del suelo por reemplazo del calcio intercambiable por el sodio de la solución (Cerana, 1977) y el calcio precipita como carbonato de calcio (CO_3Ca).

Considerando que la calidad del agua de riego de la zona es bicarbonatada sódica, se tomó además la clasificación propuesta por el Laboratorio de Salinidad del USDA (USSL), que introduce el concepto de RAS ajustado, donde se corrige el RAS por la concentración de carbonato y bicarbonato en el agua.

Objetivos

Evaluar la calidad del agua de riego y sus efectos sobre la condición física y química de suelos arroceros de Entre Ríos.

Materiales y Métodos

El área de estudio fue la franja localizada al este del río Guaaleguay hasta el río Uruguay y desde C. del Uruguay hasta San Salvador, donde predominan suelos vertisólicos. Se seleccionaron 10 sitios (Jubileo, Lucas Norte, La Isleta, San Salvador - Campo Experimental ProArroz- Colonia Barú, Villa Mantero, Colonia Espíndola, Villa Clara, Herrera, Ea. San Pedro).

Se tomaron muestras de suelo (compuestas, superficial: 00-12 cm, con pala sin disturbar) antes de la siembra de cultivos de verano en el año 1999 (18 muestras) y año 2000 (36 muestras), correspondiendo a: condición inalterada (No-La), laboreado nunca arroz (No-Az), laboreado con diferente historia arrocera. Se muestreo además el agua de riego (origen subterráneo) de los lotes arroceros. Se determinó:

- **Calidad del agua para riego.**

Determinación y cálculo de pH, CE (Conductividad Eléctrica), Aniones: $\text{SO}_4^{=}$ (Sulfatos) y Cl^- (Cloruros), y Cationes: Ca^{+2} (Calcio), Mg^{+2} (Magnesio), Na^+ (Sodio) y K^+ (Potasio), RAS (Relación de Adsorción de Sodio), CO_3H^- (Bicarbonato).

- **Calidad de suelos.**

Características químicas: Determinación de CIC (Capacidad de Intercambio Cationico) y cationes intercambiables: Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ y K^+ . Además de valores de %MO (Materia Orgánica) y pH. Se obtuvo el extracto de saturación de la totalidad de las muestras, donde se determinó CE, pH, cationes, aniones y se calculó RAS.

Características físicas: Índices K de percolación e Is (índice de inestabilidad) de estabilidad estructural de suelos y textura.

Se realizó Análisis de variancia (ANOVA) y Test de comparación múltiple de medias (Tukey al 5%). Se practicó análisis de regresión con el fin de explicar la variación de los atributos del suelo por efecto de la calidad del agua de riego.

Resultados y Discusión

La calidad del agua subterránea es bicarbonatada (Tabla 1), de salinidad media a elevada y de baja sodicidad. Solo para los sitios ubicados al norte de la zona de estudio (Lucas Norte y La Isleta) las aguas son de media sodicidad. De acuerdo a las normas del USSSL en suelos de textura fina y drenaje restringido, presenta peligro de sodificación.

Cuadro 1. Caracterización físico-química del agua para riego de origen subterráneo.

SITIOS	pH	CE μS/cm	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	CO ₃ H ⁻ mg/l	RAS	RAS ajust.
Herrera	6,9	670,0	52,10	10,34	92,0	28,36	396,62	3,02	6,50
San Pedro	6,9	590,0	42,08	2,51	97,8	14,18	396,62	4,00	8,20
Villa Mantero	6,4	660,0	68,14	4,86	103,5	39,00	411,87	3,31	7,44
Cnia. Barú	6,6	770,0	52,10	14,56	92,0	28,36	488,14	2,87	6,59
Villa Clara	6,8	700,0	44,09	5,03	109,3	35,45	396,62	4,20	8,60
Cnia. Espindola	6,9	720,0	42,08	5,47	138,0	46,09	442,38	5,31	10,89
Jubileo	6,8	760,0	58,12	2,43	126,5	35,45	427,13	4,45	9,58
San Salvador	7,0	750,0	38,08	9,12	126,5	28,36	427,13	4,73	10,18
Lucas Norte	6,9	800,0	20,04	4,26	161,0	46,09	411,87	8,52	14,91
La Isleta	7,4	820,0	34,07	5,47	189,8	42,54	457,64	7,96	15,52

Cuando en la clasificación del agua para riego se considera el contenido en bicarbonatos (RAS ajustado), la calidad disminuye. En presencia de arcillas montmorilloníticas (suelos vertisólicos de Entre Ríos) la tasa de infiltración del suelo es afectada con problemas crecientes con valores que oscilan entre 6 y 9. En este estudio la mayoría de los sitios se ubican en el mencionado rango, superándose el valor de 9 en Colonia Espindola, San Salvador, Lucas Norte y La Isleta, esperando encontrar problemas graves de permeabilidad para los mencionados sitios.

Efecto del uso arrocerero sobre el suelo. Análisis regional.

Los suelos superficialmente son de textura arcillo-limosa. El porcentaje de arena se situó siempre debajo del 6%, siendo en Herrera, próximo al río Gualeguaychú, y Colonia Barú mayor al 10%. El único lugar que presentó textura Franco-arcillo-limosa fue La Isleta, con 36% de arcilla y 60% de limo. A partir de la información disponible, se comprobó un incremento de la CE (conductividad eléctrica) y el Na⁺ (sodio) en el suelo en función del aumento de la participación del arroz, presentando este último una tendencia más firme que la CE.

Se relacionó el índice de inestabilidad (Is) con el contenido de materia orgánica (MO) y el índice de percolación (k) con el contenido de sodio para conocer

los efectos del uso arrozero sobre la estabilidad estructural de los suelos. Pudo observarse un aumento de la inestabilidad conforme disminuye el contenido de MO y la pérdida de permeabilidad al aumentar el sodio en el suelo (Fig 1a y 1b).

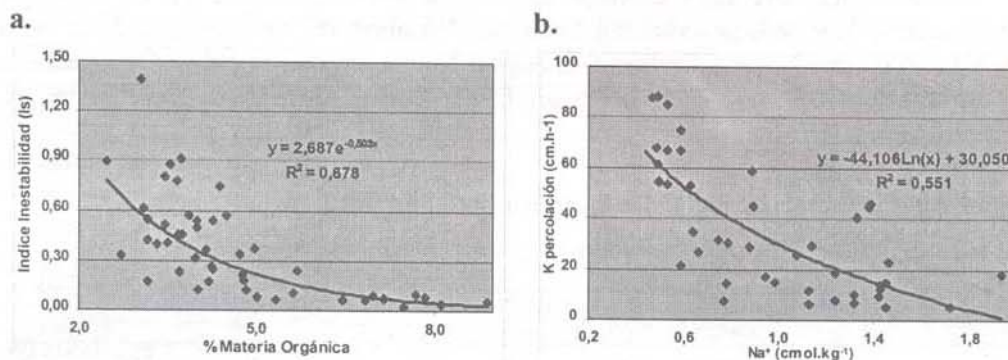


Figura 1. Efecto del uso arrozero sobre la estabilidad estructural de los suelos.

En estos suelos con predominio de arcillas expansivas, valores bajos de PSI (porcentaje de sodio de intercambio), acompañados de baja salinidad, provocan problemas de pérdida de estabilidad. Mediante la combinación de los índices k e Is puede comprobarse el deterioro de la estructura del suelo al aumentar la participación del arroz en la rotación, correspondiendo a la condición inalterada los valores más altos de k y los más bajos de Is (Fig. 2).

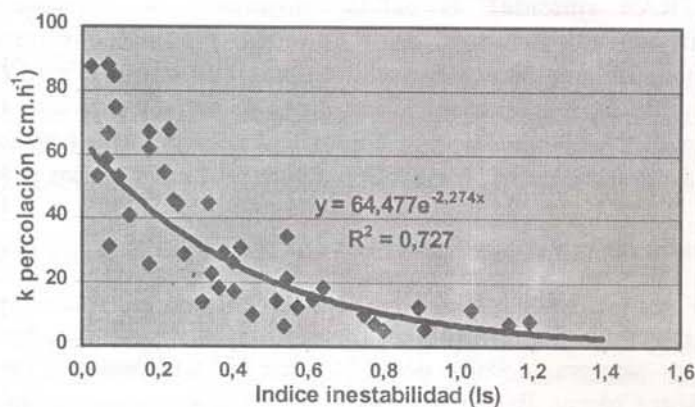


Figura 2. Combinación de los índices K e Is para los suelos sometidos a uso arrozero.

Si bien se parte de una condición inicial de calidad de suelo similar para los sitios estudiados, la calidad del agua para riego es diferente como así también el

manejo agropecuario. A continuación se realiza un análisis por sitio de las condiciones físico-químicas del suelo.

Efecto del uso arrocero sobre el suelo. Análisis de sitios.

San Pedro

Para este sitio se pudo contar con lotes donde no se ha incluido el cultivo de arroz y fueron regados otros cultivos intervinientes en la rotación. Esto permitió comparar los parámetros de estabilidad estructural para las siguientes condiciones: agricultura sin riego, regado sin arroz y regado con arroz (Fig. 3a y 3b).

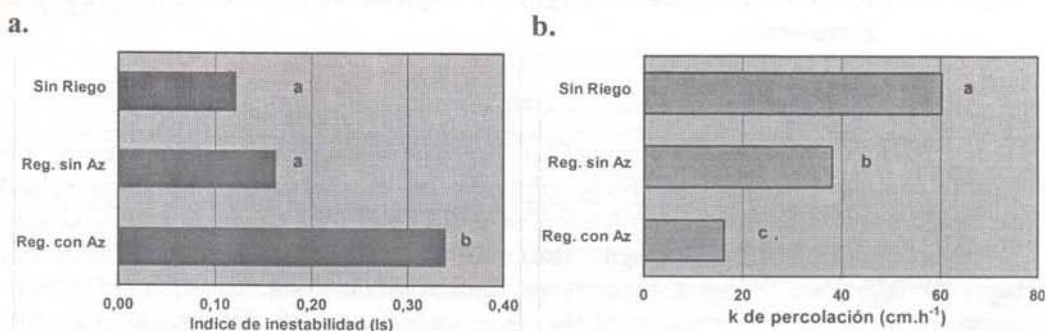


Figura 3. Efecto del riego sobre la estabilidad estructural.

Para el parámetro Is no existieron diferencias significativas entre las situaciones agricultura sin riego y con riego (sin arroz), presentando mejores condiciones respecto al regado con inclusión de arroz. Para el k de percolación se observan diferencias significativas entre todas las situaciones, disminuyendo dicho parámetro en el siguiente orden (sin riego – regado sin arroz – regado con arroz). Estas diferencias pueden ser explicadas debido a la diferente cantidad de agua necesaria para el riego de los cultivos y a la necesidad de mayor laboreo requerida por el arroz.

Herrera

Se contó con información de dos lotes que fueron regados con agua de diferente origen. En el primer caso se trata de un lote con 3 campañas arroceras utilizando agua de origen subterráneo. El otro lote, regado con agua superficial del Río Guaqueguaychú, cuenta con aproximadamente 15 campañas con arroz. En la Fig. 4

se presenta la comparación entre los valores de k de percolación para las dos situaciones analizadas.

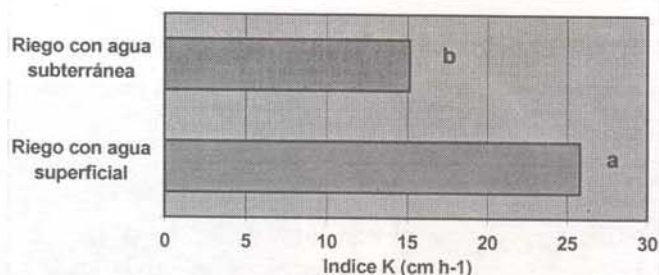


Figura 4. Efecto de la calidad del agua de riego sobre la percolación de suelos arroceros.

Existen diferencias significativas, presentando mejores condiciones el lote regado con agua superficial. Esta diferencia en el valor de percolación estaría explicada por la diferente concentración de sodio en el agua de riego, ya que el agua de origen superficial (Río Gualaguaychú) cuenta con 15 mg.l^{-1} de Na y un RAS muy bajo, de 0,7. Para el agua subterránea, dichos índices son de 92 mg.l^{-1} y 3,0 respectivamente. El valor inicial de Na^+ en el suelo (condición inalterada) es de $0,47 \text{ meq/100 g}$ suelo, presentando un índice k de percolación de $87,46 \text{ cm.h}^{-1}$. Para 3 años de arroz con agua subterránea el valor de sodio en el suelo es de $1,45 \text{ meq/100 g}$ suelo y para riego con agua superficial de 1,08 incrementándose en relación a la situación inicial en 208% y 129% respectivamente.

Colonia Barú

Este sitio, al encontrarse en una zona de posible recarga presenta buena calidad del agua de riego (el más bajo RAS = 2,87). A esto se le suma una mejor condición de permeabilidad al contar en la textura con más del 10% de arena. De acuerdo a lo encontrado en los otros sitios analizados, las situaciones No-La y No-Az, presentaron mayor estabilidad estructural, pero aquí no existen diferencias significativas entre 1-Az y 8-Az (Pp). Este último lote ha tenido 8 campañas arroceras en rotación con pradera. Además la pradera estaba presente en el momento de muestreo, con tres años de duración. A su vez difieren del lote 8-Az(Az), donde el último cultivo que se sembró en este lote fue arroz (Fig. 5).

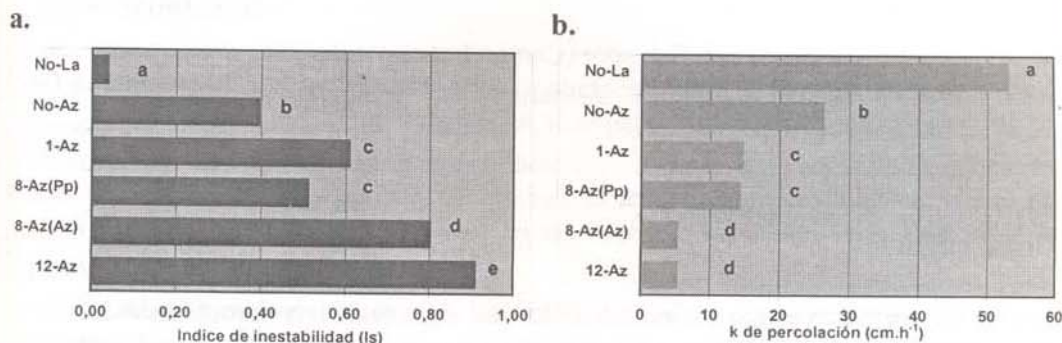


Figura 5. Efecto del uso arrocero sobre la estabilidad estructural de los suelos.

Los otros sitios

En Jubileo se pudo observar que para el índice de inestabilidad no existieron diferencias significativas entre No-Az (laboreado no arroz) y 1-Az (un año de arroz), pero sí con el resto de las situaciones. Por otro lado, entre 2-Az y 3-Az no hay diferencias y si cuando se han realizado 7 años de arroz en el lote.

Lucas Norte se trata de un sitio de reciente historia agrícola, la cuál estuvo en producción ganadera bajo monte, con desmonte menor a 5 años. Puede observarse que los valores de los parámetros son bastante buenos y no han caído tan abruptamente como en los otros sitios y la tendencia no se ha terminado de definir. No obstante hay que considerar que la calidad del agua de riego es de las más bajas. El incremento de sodio en el suelo, expresado en meq/ 100 g suelo, es la siguiente 0,50 (No-Az), 1,14 (1-Az), 1,39 (2-Az) y 1,93 (3-Az). Este último es uno de los valores más elevados hallados en el estudio. Para % de Agregados estables se observó que no existieron diferencias significativas entre No-Az, 1-Az y 2-Az y sí con 3-Az. Por otro lado, para el k de percolación el lote 2-Az presentó mejores condiciones que 1-Az y 3-Az. Este comportamiento estaría explicado por la inclusión de pradera en la rotación.

En La Isleta, la textura más limosa y la menor calidad del agua de riego (RAS ajustado de 15,52), condiciona el comportamiento de los parámetros de estabilidad estructural. Se observó que existen diferencias significativas a favor de la rotación Arroz/Pradera/Arroz, respecto a la secuencia Arroz/Ray grass/Arroz y estaría confirmando la capacidad de recuperar la estabilidad estructural del suelo con la inclusión de pradera.

En Villa Clara los lotes han presentado larga historia arrocera. No se contó con la situación No arroz, pero sí con un lote arrocero que en las últimas campañas se realizó siembra directa (trigo / soja - maíz). Para los parámetros analizados existieron diferencias significativas entre este lote y aquellos donde se continuó con arroz en la rotación. Esto se podría atribuir a las mejores condiciones de permeabilidad y la disminución del efecto de laboreo.

La información de San Salvador (Campo Experimental Pro Arroz), cuenta con 1 año de estudio, la cuál ha sido procesada y entregada al Proyecto Rotaciones, a fin de ser utilizada para posteriores trabajos de investigación.

Conclusiones

Las directrices para definir la calidad del agua para riego han sido discutidas, considerando que la expresión original de RAS con la que se construye el Diagrama de Riverside puede introducir errores en la evaluación del peligro de sodificación ya que no tiene en cuenta la precipitación de sales de calcio por la presencia de bicarbonato. El concepto de RAS ajustado, que a nuestro criterio es el más adecuado para este estudio, tiene en cuenta la concentración de carbonato y bicarbonato en el agua para riego permitiendo evaluar la existencia de condiciones necesarias para la precipitación de sales de calcio, lo cual conduce a la pérdida de estructura y al aumento de sodio de intercambio que afectan la tasa de percolación del suelo.

Si bien es conocido que con la agricultura la estabilidad estructural de los suelos se deteriora por disminución de la materia orgánica, se constata que la inclusión de arroz con riego utilizando agua de origen subterráneo, conduce a un grado de deterioro edáfico aún mayor. Teniendo en cuenta el predominio de arcillas montmorillonitas de los suelos vertisólicos, las aguas de origen subterráneo próximas a zonas de posible recarga del acuífero provocarían problemas crecientes, respecto a los sitios ubicados más al norte, cercanos a la Ruta N. 18, con problemas graves si no se realiza un manejo adecuado del sistema agropecuario en el que se incluya al arroz bajo riego.

Consideraciones Finales

El estudio se ha focalizado sólo en una parte dentro del complejo sistema de producción arrocerero de nuestra provincia. Consideramos que es un tema relevante y que los resultados expuestos deberían ser tenidos en cuenta tanto por los técnicos como por los productores. No obstante, se ha demostrado que la estabilidad estructural de los suelos es una propiedad recuperable a través del manejo.

La selección de adecuadas rotaciones con praderas, la utilización de agua de riego de mejor calidad (agua superficial o la combinación con agua subterránea), prácticas de laboreo de menor impacto y el agregado de productos calcáreos, como el caso del yeso, pueden considerarse recursos de manejo adecuados para mejorar las condiciones de estos suelos y merecen ser tenidas en cuenta para futuros estudios.

Agradecimientos

Quisiéramos agradecer a la Fundación ProArroz, ya que la contribución económica otorgada permitió completar el muestreo de suelos y aguas de 10 sitios determinado en función de la información preliminar que registraran diferentes historias culturales y rotaciones. Se efectuaron análisis completos de la calidad del agua para riego con determinaciones en las muestras de suelos requeridas para su caracterización físico-química.

A productores y técnicos de la actividad arrocería por la colaboración durante el relevamiento a campo y al resto de los integrantes del Proyecto PICT '97 "*Sustentabilidad del Cultivo de Arroz en la Provincia de Entre Ríos*", de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER.

Bibliografía

- Andriulo A. (1999). Impacto del riego sobre el suelo. En Impacto Ambiental del riego complementario. INTA EEA Pergamino. Proyecto IPG. 33-54.
- Ayers R.S. y D.W. Westcot (1987). La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO: Riego y drenaje. 85 p.
- Cerana, L. (1977). Suelos Halomórficos. Curso de Post grado Universitario. Universidad Católica de Santa Fe. Facultad de Edafología. 65 p.
- De Datta S. and S. Hundal (1984). Effects of organic matter management on land preparation and structural regeneration in rice based cropping systems. En *Organic Matter and Rice*: 399-416. IRRI, Filipinas.
- 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.
- Marassi J. y R. Benavidez (1988). "Influencia da cultura da arroz (*Oriza sativa*, L.) irrigado sobre a estabilidade structural dos solos". Anales 17º Reun. de Cultivo de arroz irrigado. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.
- 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. 2da. Ed. Tomo I y II. Relevamiento de Recursos Naturales (1) INTA EEA Paraná. 112p.
- Plan Mapa de suelos de la provincia de Entre Ríos. Convenio INTA-Gobierno de Entre Ríos (1999). Carta de Suelos de la República Argentina. San Salvador, Entre Ríos. Relevamiento de Recursos Naturales (18) INTA EEA Paraná.
- Rhoades J.D., Kandiah A. and A.M. Mashali (1992). The use of saline waters for crop production. FAO Irrigation and Drainage Paper N° 48. Rome, Italy.

RESPUESTA DEL ARROZ A LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO Y FÓSFORO

De Battista J. J.¹; Mendelevich G.²; Alvarez A.² y Arévalo E.²

1. EEA INTA C. del Uruguay.

2. Actividad privada

Introducción

El nitrógeno es un constituyente esencial de los aminoácidos, ácidos nucleicos y clorofila. Una correcta alimentación nitrogenada produce aumentos en los rendimientos al afectar positivamente los distintos componentes del rendimiento: crecimiento de hojas (aumento del área foliar y de la capacidad fotosintética de las hojas), incremento en número de macollos y de espiguillas por panoja y aumento del período de llenado de granos.

Numerosos ensayos en campos de productores mostraron una alta frecuencia de respuesta a la fertilización nitrogenada en suelos con menos de 4,5 % de materia orgánica, siendo las aplicaciones de 25 a 50 kg de N/ha las de mayor eficiencia agronómica.

Para ajustar el manejo de la fertilización nitrogenada a nivel de lote es necesario establecer un balance entre la oferta del suelo y los requerimientos del cultivo de arroz para un rendimiento objetivo. Establecido el requerimiento de nitrógeno por tonelada de grano a partir de ensayos, se decidió avanzar en la estimación de la cantidad de nitrógeno que provee el suelo mediante incubaciones anaeróbicas y ensayar a campo el ajuste de esta estimación en lugar de experimentar con dosis fijas.

En cuanto al fósforo, constituyente esencial de los ácidos nucleicos, fosfolípidos y del ATP, su función principal es el almacenamiento y transferencia de energía. En la planta promueve el macollaje y el crecimiento radicular, floración temprana, y llenado de granos (principalmente cuando suceden bajas temperaturas). Es importante asegurar su provisión en los primeros estadios del cultivo ya que puede ser removilizado dentro de la planta en estadios reproductivos y la disponibilidad en el suelo aumenta con la inundación. En Entre Ríos los suelos arroceros, en su mayoría Peludertes o Argiudoles vérticos, presentan en general bajos contenidos de P (menos de 8 ppm), sin embargo la respuesta a la fertilización fosfatada es poco frecuente (35 % de los casos) por lo que se decidió continuar experimentando con este elemento a fin de caracterizar mejor los casos con respuesta.

Materiales y Métodos

Se realizaron 3 ensayos a campo en los que se evaluó la respuesta del cultivar El Paso 144 a la fertilización con fósforo y nitrógeno. El fósforo se aplicó a la siembra en línea junto a la semilla en la parcela principal y las dosis de N en subparcelas, en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. El nitrógeno se

aplicó manualmente fraccionando la dosis en dos: 70 % en estado de 2-3 hojas y el 30 % en diferenciación. La dosis de P resultó de la regulación de la máquina del productor tratando de colocar 30 a 50 kg de P_2O_5 /ha.

Las dosis de N se determinaron a partir de una dosis central calculada teniendo en cuenta el requerimiento del cultivar El Paso 144 y el N potencialmente mineralizable en condiciones anaeróbicas estimado a partir del contenido de M.O., la mitad y una vez y media la misma.

Requerimiento de N para El Paso 144 = 17 kg de N/tn $\times$ 1,20 ⁽¹⁾ $\times$ Rendimiento esperado

⁽¹⁾ En trabajos anteriores se determinó que la cantidad máxima de N absorbido es un 20 % superior a la cantidad medida a cosecha, por lo que para un rendimiento de 8 tn se requieren 163 kg de N/ha. (Redondeamos a 160 kg de N/ha)

Oferta de N: N mineralizable (kg/ha) = (% M.O. - 1,51) $\times$ 60 $\times$ 0,75 ⁽²⁾

⁽²⁾ Coeficiente de utilización del nitrógeno mineralizado durante el ciclo.

Dosis de N a aplicar = (Requerimiento - Oferta)/0,5 ⁽³⁾

⁽³⁾ Coeficiente de utilización del N del fertilizante igual a 50 %.

En el Cuadro 1 se presenta el contenido de nutrientes de los suelos y dosis de N y P resultantes para cada caso y en el Cuadro 2 se resumen las fechas de intervenciones culturales.

Cuadro 1. Análisis de los suelos y dosis de nitrógeno y fósforo

Ensayo	pH	P disp. ppm	Ntotal %	M.O. %	P_2O_5 kg/ha	Oferta N kg/ha	Dosis N (kg/ha)		
							N1	N2	N3
Ea El Trébol	6.54	8.8	0.192	4.62	32	140	23	46	69
Cnia Calvo	6.30	9.3	0.151	4.70	40	143	20	40	60
Ea Rincón	6.12	5.1	0.185	4.60	46	130	33	66	99

Cuadro 2. Fechas de intervenciones

Ensayo	Siembra	1° aplicación de N		2° aplicación de N		Cosecha
		Fecha	Estado	Fecha	Estado ápices	
Ea El Trébol	17/11	14/12	3-4 hojas	26/01	Dif. raquis 1°	27/04
Cnia. Calvo	20/10	06/12	macollaje	03/01	Dif. Raquis 2°	29/03
Ea Rincón	21/11	13/12	2-3 hojas	16/02	15 días preflor	03/05

Resultados

Rendimiento y componentes del rendimiento:

La fertilización nitrogenada no produjo aumento significativo ($P>0.10$) de los rendimientos en Ea El Trébol, con un rendimiento medio de 7703 kg/ha y un coeficiente de variación de 13,4 %. El ensayo presentó una excelente densidad de plantas (271 pl/m²) y panojas (544 pnj/m²) que permitieron diferenciar más de 42000 espiguillas/m² lo que permitía suponer un rendimiento potencial superior a las 9,4 tn/ha, que no se concretó debido a un elevado porcentaje de granos vanos (26.4 % de vaneo). La fertilización fosfatada no produjo aumento en los rendimientos ni hubo interacción N x P.

En Colonia Calvo el rendimiento medio fue 9411 kg/ha con un coeficiente de variación de 9.1 %. La fertilización con N produjo aumento en los rendimientos ($P<0.05$), la dosis menor, 20 kg de N/ha, fue la que presentó la más alta eficiencia agronómica, 74 kg de arroz/kg de N aplicado sobre los 8522 kg/ha de los tratamientos sin N. Esta respuesta se logró a partir del incremento del número de espiguillas por un mayor número de panojas/m² ($P<0.05$), ya que no hubo diferencias en el tamaño de las panojas. En las parcelas fertilizadas con N se lograron 42000 espiguillas/m² que con el 11,6 % de vaneo y un peso de mil granos de 26,2 g produjo un rendimiento medio de 9700 kg/ha. No hubo respuesta a fósforo ni interacción N x P para ninguno de los componentes del rendimiento (Figura 1).

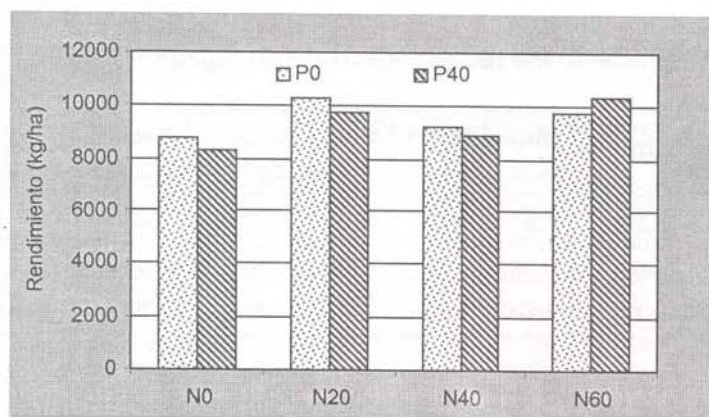


Figura 1. Rendimiento (kg/ha) en Colonia Calvo

En Ea Rincón el rendimiento medio fue de 8537 kg/ha (C.V. 8.9 %). La fertilización nitrogenada produjo un aumento medio en los rendimientos de 1500 kg/ha sobre 7437 kg/ha de las parcelas sin nitrógeno ($P<0.01$). La dosis menor (N33) presentó la mayor eficiencia agronómica con un aumento en los rendimientos de 66.5 kg de arroz/kg de N. El aumento de rendimiento se produjo por un aumento en el número de panojas por m² ($P>0.05$) y un ligero incremento en el número de granos por espiguillas ($P>0.10$). No se encontró respuesta a fósforo ni interacción N x P.

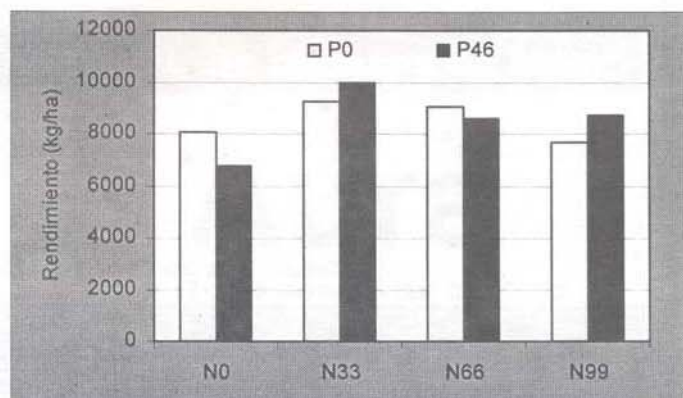


Figura 2. Rendimiento (kg/ha) en Ea Rincón

Nitrógeno absorbido

La cantidad de N absorbido por las parcelas sin aplicación de N representó el 97, 70 y 73 % del total del N potencialmente mineralizable para El Trébol, Cnia Calvo y Rincón, respectivamente. Excepto en El Trébol, la utilización del nitrógeno mineralizado durante el ciclo estuvo muy próxima del 75 % valor extraído de la bibliografía para ajustar las dosis (Cuadro 3).

Cuadro 3. Utilización del N del suelo.

Ensayo	N pot mineralizable (kg/ha)	N absorbido Trat. N0 (kg/ha)	Utilización (%)
El Trébol	187	181	97
Cnia Calvo	191	133	70
Rincón	173	127	73

La relación N absorbido – rendimiento en Cnia Calvo y Rincón fue similar a la establecida en ensayos anteriores ($\text{Rend} = 36.42 \text{ N absorbido} + 345.1$ $R^2 = 0.44$), mientras que en El Trébol no hubo aumento del rendimiento con el incremento en la absorción de nitrógeno, debido al elevado porcentaje de vaneo (Figura 3).

La eficiencia interna del nitrógeno absorbido, es decir la cantidad de arroz producida por cada kg de N absorbido fue elevada (+ de 50 kg de arroz/kg de N) en Colonia Calvo y Rincón pero fue baja (43. kg de arroz/kg de N) en El Trébol, lo que indica un mal aprovechamiento del N absorbido al presentar un elevado número de granos vanos.

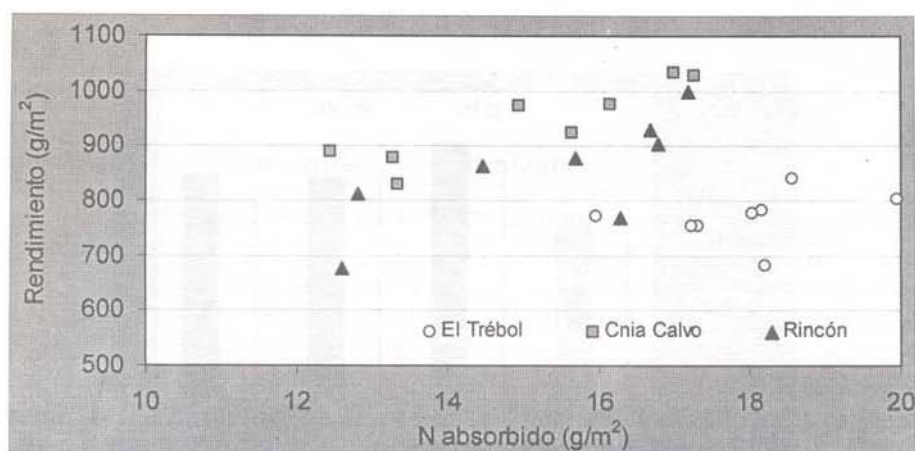


Figura 3. Relación entre Rendimiento y Nitrógeno Absorbido

Conclusiones

En los dos casos en que hubo respuesta a nitrógeno el máximo rendimiento se alcanzó con la dosis menor ensayada lo que indica que se subestimó la capacidad de proveer nitrógeno del suelo, resultando excesivas las dosis calculadas. Esto requiere una revisión de los coeficientes de utilización considerados y cuantificar otros aportes de nitrógeno al cultivo de arroz, no considerados en estos ensayos, como son el aporte del agua de riego y la fijación biológica del nitrógeno e incluso la contribución del horizonte subsuperficial del suelo.

Si bien los contenidos de P disponible en los tres suelos pueden considerarse medios, los rendimientos relativamente elevados (mayores a 7 tn/ha) aumentaron los requerimientos pese a lo cual no se encontró respuesta en ninguno de los ensayos.

ROTACIONES EN SUELOS ARROCEROS

*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; Lenzi, L.³
Villón, C.⁴; 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

En la provincia de Entre Ríos la superficie cultivada con arroz se incrementó en los '90 hasta llegar a 128.560 ha en la campaña 1997/98 debido a buenos precios sostenidos por el incremento de las exportaciones, esencialmente a Brasil. Esta expansión del área sembrada se logró con la habilitación de nuevas tierras en el Centro-Norte de Entre Ríos a partir de la construcción de represas y por una intensificación del uso del suelo para arroz en zonas arroceras tradicionales. En los últimos años se produjo una fuerte disminución de la superficie sembrada (95.000 ha en 99/00 y 61.000 ha en 00/01) debido a la caída del precio y aumento de los costos, quedando ociosa una importante infraestructura de riego (Brizuela y Cañel 2001).

Tradicionalmente, el arroz se cultivaba dos o tres años alternados en un lote y cuando los rendimientos disminuían por enmalezamiento o pérdida de fertilidad se dejaba sin cultivar por 5 a 8 años. En estos lotes se regeneraba una vegetación natural, dominada por gramíneas estivales de baja calidad, usada principalmente para cría bovina con una baja productividad.

A mediados de los 80 se difundió la rotación arroz-pastura; con siembra aérea de la pastura en cobertura sobre el rastrojo de arroz. Esta práctica, desarrollada en la EE del Este (ROU), fue adoptada en Entre Ríos, principalmente en establecimientos relativamente grandes, por los arroceros propietarios. El impacto económico de la implementación de esta rotación, tanto en Uruguay como en Argentina, se debió al fuerte incremento de la productividad de la parte pecuaria, al permitir realizar invernada en empresas tradicionalmente de cría (Grierson y Mas, 1982; Bonilla y Grierson, 1982; CREA Concordia, 1985; Galli et al., 1993).

El rendimiento del cultivo de arroz luego de 4 años de pasturas fue superior y la respuesta a nitrógeno menor comparado con una secuencia arroz-barbecho-arroz (Chebatarof y Deambrosi, 1985). Estos resultados experimentales se confirmaron en un sistema semicomercial de rotaciones arroz-pastura en el que los rendimientos del arroz luego de 4 años de pastura superaron en 800 kg/ha en promedio al arroz-barbecho-arroz (Méndez, 1993). En Australia, la rotación de arroz con pasturas de leguminosas de alta producción, de 2 a 4 años de duración, produce un enriquecimiento del suelo en nitrógeno orgánico fácilmente mineralizable equivalente a 40 - 80 kg/ha de nitrógeno (Lattimore, 1994). El efecto benéfico de las pasturas en

una rotación agrícola-ganadera se debe esencialmente a la acumulación de materia orgánica y su influencia sobre el comportamiento físico del suelo y la disponibilidad de nitrógeno y depende esencialmente de la composición de la pastura y de la productividad de la misma (Sebillotte, 1980; Díaz Rossello, 1992).

El relevamiento de parámetros físicos, químicos y biológicos de suelos de lotes comerciales bajo pastura en rotación con arroz, mostró recuperación de algunos de ellos: tenor de materia orgánica, nitrógeno total y mineralizable, carbono y nitrógeno de la microflora hasta el tercer año de edad de la pastura en dos establecimientos, mientras que en otro no se producía recuperación alguna (Marzoratti, 1995, De Battista et al 1999). Estos efectos estuvieron asociados al estado de las pasturas en el momento del muestreo de suelos, si bien no hay medidas de producción de biomasa, estas tendencias concuerdan con los resultados hallados en otras rotaciones agrícolas ganaderas (Díaz Rosello, 1992).

Otro aspecto importante a tener en cuenta en las rotaciones es el enmalezamiento. La rotación arroz-pastura no ha sido un medio eficaz para disminuir la infestación de los lotes, por el contrario, el control de las malezas en el arroz subsiguiente fue más difícil debido al vigor de las plantas por la fertilidad acumulada. Sólo en el caso de pasturas anuales con laboreo estival del suelo se logró disminuir la población de malezas (Méndez, 1993; Lattimore, 1994).

En Entre Ríos el cultivo de arroz se realiza en su mayoría en suelos "altos" sin graves problemas de encharcamiento donde es posible implantar pasturas y otros cultivos agrícolas sin obras de drenaje, a diferencia de los suelos bajos típicamente arroceros "varzeas" del sur del Brasil y parte del Uruguay.

Esta situación y los buenos precios de la mayoría de los granos y bajos precios de la carne en los años 1994 a 1998 favorecieron el desarrollo de secuencias agrícolas como arroz-soja, arroz-maíz con riego y otras alternativas incluyendo al trigo y girasol. En efecto, encuestas a productores del área arroceras del centro y sur de Entre Ríos (Diagnóstico Rural Rápido-Zona Arroceras Central de Entre Ríos, INTA EEA C. del Uruguay, 2000), mostró la intensificación del uso arroceras de los lotes, el 59 % de la superficie de arroz a sembrarse en la campaña 99/00 se realizaba sobre retornos de 2 o 3 años o como segundo o tercer cultivo de arroz consecutivo y un significativo crecimiento de la superficie con soja luego del arroz. La secuencia arroz-soja aparece como una opción válida desde el punto de vista técnico-económico ya que colabora con el control de malezas estivales en el cultivo de soja a partir de la difusión de variedades resistentes a glifosato y la posibilidad de hacer siembra directa de arroz sobre soja con solo tapear el lote.

El aumento del uso agrícola del suelo 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 peligros de contaminación ambiental. Para hacer sustentable un sistema de rotaciones agrícolas que incluyan el arroz se necesitan referencias sobre la evolución del suelo, en cuanto al comportamiento físico y al mantenimiento de los niveles de fertilidad, y la elaboración de indicadores de calidad de suelo para valorar el efecto de diferentes secuencias de cultivos para lo que se

requieren trabajos de mediano y largo plazo sobre los mismos lotes. Ante esta necesidad, la Fundación Proarroz implementó el Campo Experimental de Rotaciones en San Salvador y se elaboró un proyecto de investigación presentándose en este trabajo los resultados del primer año.

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

Los cultivos se conducen en siembra directa y con riego complementario aplicando en la conducción de los cultivos la tecnología disponible. La fertilización se realiza de acuerdo a las recomendaciones regionales y adaptándose a la evolución de los conocimientos.

Secuencias de cultivos propuestas:

Año	2000				2001				2002				2003				2004	
Estación	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
Rotación 1	A	A		Mo	Mo	P ₁	P ₁	P ₁	P ₁	P ₂	P ₂	P ₂	P ₂			A	A	A
Rotación 2	A	A		S	S	S		M	M	M	T	T	T/S	S		A	A	A
Rotación 3	A	A		S	S	S		A	A	A		S	S	S		A	A	A
Rotación 4	A	A		A	A	A		A	A	A		A	A	A		A	A	A

A: arroz

S: soja

M: maíz

T: trigo

P: pradera

Mo: moha

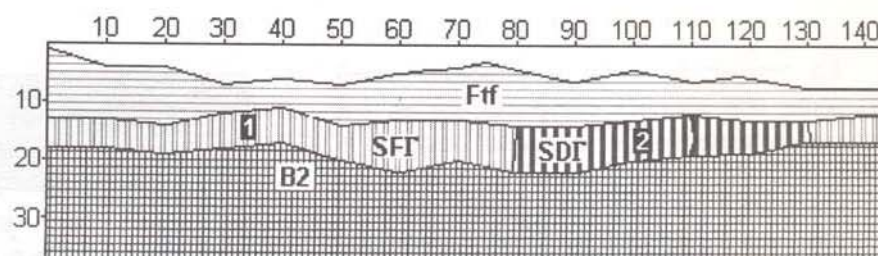
Mediciones

- Análisis químico del suelo: M.O., CIC, Conductividad eléctrica, pH, macro y micronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, zinc, cobre, boro, hierro, manganeso y molibdeno). Indicadores de la disponibilidad de nutrientes: N mineral, N mineralizable, sulfatos. Indicadores de la evolución del suelo: C y N en distintas fracciones granulométricas. Momento de muestreo: antes de la implantación de cada cultivo y en otoño y primavera en la pastura.
- Análisis biológico del suelo: Biomasa microbiana total, N y C de la biomasa. Grupos específicos.
- Análisis físico del suelo: Porosidad estructural y textural, densidad aparente, perfil cultural, estabilidad estructural, infiltración y resistencia a la penetración. Momento de muestreo: a la implantación o floración de los cultivos según la variable a medir.
- Análisis de agua: Conductividad eléctrica, sales totales y RAS.
- Evaluación del riego: Cantidad de agua aplicada. Eficiencia de bombeo y de conducción. Seguimiento de la humedad en el perfil.
- Evaluación de los cultivos: calidad de la implantación, indicadores de rendimiento potencial: biomasa en R6 en soja, biomasa en floración en arroz y trigo, biomasa en R2 en maíz. Caracterización del enraizamiento. Rendimiento y componentes del rendimiento. Índice de cosecha de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre para calcular las exportaciones del sistema.
- Evaluación de las pasturas: Implantación mediante recuento del número de plantas por especie. Biomasa mediante cortes antes del pastoreo determinando composición botánica y calidad; cálculo del número de raciones.

Resultados

1. Descripción del estado estructural a la implantación y cosecha del primer cultivo de arroz en todo el lote

Se realizaron perfiles culturales y mediciones de densidad aparente a la siembra y cosecha, agregándose en esta última oportunidad mediciones de resistencia a la penetración. A la siembra el lote presentó un estado estructural favorable con una cama de siembra de tierra fina (**Ftf**) y un fondo de trabajo firme (**SDf**), no se observó que el laboreo con rómulo haya producido un marcado piso de discos (Figura 1).



Ftf, SFT y SDF: Estados estructurales.

1 y 2: Sitios de medición de la densidad aparente.

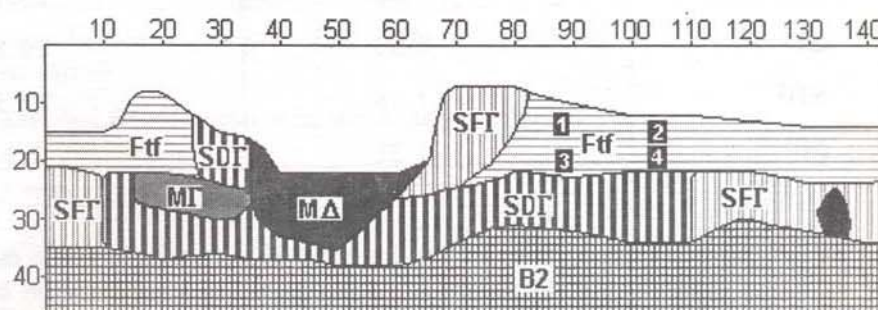
Figura 1. Perfil cultural a la implantación del arroz.

La densidad aparente en el cama de siembra fue 0.90 g.cm^{-3} y la del horizonte subsuperficial varió entre 0.96 y 1.18 g.cm^{-3} para los estados estructurales SFT y SDF, respectivamente.

La cosecha del arroz con el suelo inundado produjo el característico “huellado”, que en el Campo Experimental fue más intenso que lo habitual en las arrozceras, ocupando las huellas el 46 % de la superficie contra valores comunes de alrededor del 30 %.

El tránsito en condiciones de suelo saturado produjo compactación severa (estado M^{Δ}) en las huellas, lo que se corroboró por el aumento de la densidad aparente y de la resistencia a la penetración (Figuras 2 y 3).

En los perfiles culturales se pudo apreciar que el tránsito en condiciones de suelo saturado produce desplazamiento lateral de suelo del horizonte superficial que pasa a formar el borde sobreelevado de la huella y compactación en el resto del A y parte del horizonte B2.



Ftf, SFT, SDF, MI y M^{Δ} : Estados estructurales.

1, 2, 3 y 4: Sitios de medición de la densidad aparente.

Figura 2. Perfil cultural a la cosecha de arroz. Efecto “huellado”.

La resistencia a la penetración marcó claramente una elevada compactación en los primeros centímetros de la huella llegando a valores de 2 Mpa, que indicarían una restricción a la penetración de las raíces de los cultivos. Por otra parte se observó un importante aumento en profundidad directamente debajo de la huella.

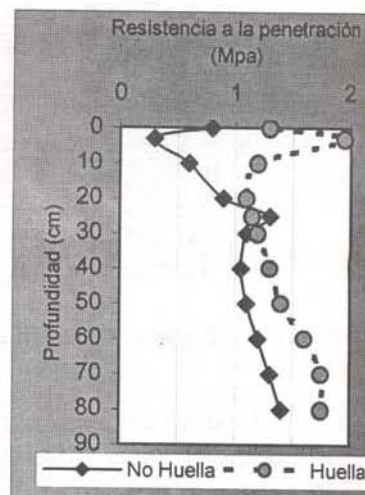


Figura 3. Perfil de resistencia a la penetración.

A partir de la determinación de la densidad textural (Laboratorio Física de Suelos, INTA EEA Pergamino) y de la densidad aparente, se analizó el cambio en la porosidad estructural para los distintos estados estructurales encontrados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porosidad estructural en los diferentes estados estructurales.

Estado estructural	Densidad aparente (media) g.cm ⁻³	Porosidad estructural (%)
Ftf	0.90	23.1
SFΓ	0.96	20.8
SDΓ	1.18	12.5
MΔ	1.21	2.7

Estas modificaciones de la estructura afectan el funcionamiento del sistema suelo – planta en cuanto a la captación del agua de lluvia, la exploración radicular y aprovechamiento del agua y los nutrientes. Trabajos realizados por los grupos CREA del sur de Santa Fe mostraron que el crecimiento y rendimiento del trigo se veía seriamente disminuido cuando la porosidad estructural es menor al 10 %. Aún falta estudiar la evolución de estos estados estructurales desfavorables en los Vertisoles y como afectan el enraizamiento y aprovechamiento del agua y nutrientes.

2. Otros análisis físico y químicos

Textura

Profundidad	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)
0. - 15	37.6	8.5	53.9
15 - 30	49.2	6.5	44.3
30 - 45	52.4	6.2	41.5
45 - 60	53.2	6.4	40.5

Caracterización físico-química del agua de riego

PH	CE μS/cm	Ca mg/l	Mg mg/l	Sodio mg/l	Cl ⁻ mg/l	CO ₃ H ⁻ mg/l	RAS	RAS ajust.	CSR meq/l
7,0	750,0	38,08	9,12	126,5	28,36	427,13	4,73	10,18	4,30

El agua de riego presentó una CE baja a media, un contenido medio de sodio y alto de bicarbonato lo que la convierte en bicarbonatada sódica un tipo de agua que presenta un creciente peligro de deteriorar el funcionamiento del suelo. Si se toma el índice carbonato de sodio residual, la calidad del agua resulta mala para el riego pero hay que tener en cuenta que los límites de las clases fueron establecidos en otras condiciones ambientales donde el aporte de agua de lluvia es mínimo. Por esta razón es importante continuar evaluando los cambios en el complejo de intercambio y en las propiedades físicas de los lotes sometidos a distintas intensidades de riego (años de cultivo de arroz).

Estabilidad de agregados e índice K de percolación

Agregados estables			Índice (Is)	K percol cm.h ⁻¹	pH	MO %	Na ⁺	CE μS/cm
Agua %	Alcohol %	Benceno %						
59,03	65,35	63,04	0,125	40,77	5,95	4,02	1,33	704

3. Seguimiento de los cultivos

Arroz: El módulo con arroz continuo se sembró el 5 de diciembre con la variedad Irga 417. Dada la época tardía de siembra y siendo el segundo cultivo desde la rotura del campo natural se decidió no fertilizar. En estado de 2-3 hojas se realizó recuento de plantas y se marcaron sitios de muestreo para componentes del rendimiento a cosecha. En el ciclo se realizaron 3 muestreos de biomasa en los que se determinó el N absorbido.

La densidad media de plantas fue de 270 plantas/m² que produjeron 450 panojas lo que permitió un rendimiento de 6.423 kg/ha. La cantidad de N absorbida a cosecha fue de 116 kg/ha lo que representa el 77 % del nitrógeno potencialmente mineralizable. El índice de cosecha fue 0,53 por lo que quedaron en el campo 5.336 kg/ha de rastrojo con un contenido medio de nitrógeno de 0.85 % lo que resulta en un retorno de 46.5 kg de N/ha con el rastrojo y una exportación de 69.5 kg de N/ha.

Soja: Los módulos correspondientes a las rotaciones 2 y 3 se sembraron el 9 de diciembre con una densidad de 25 plantas/m linear en surcos a 0,52 m. Se fertilizó al costado de la línea de siembra con 80 kg/ha de superfosfato triple de calcio. Se sembraron 5 variedades a propuesta de la empresa que proveyó de parte de la semilla. Las variedades fueron:

Grupo de Madurez	Variedad
IV	ADM 4800 y HM 4-51
V	HM 1-57
VI	A6401
VII	Mercedes 70

La implantación del cultivo no fue homogénea y la densidad de plantas baja en algunas variedades debido a un período sin lluvias luego de la siembra. El crecimiento del cultivo se vio afectado por problemas de nodulación a pesar de haber inoculado con doble dosis, principalmente de las variedades de GM IV y V que presentaron bajos rendimientos desfavorecidas también por la fecha de siembra tardía.

En llenado de granos se realizaron perfiles de densidad radicular y culturales en las variedades de grupo V y VI. La variedad HM 1-57 presentó una buena colonización del perfil hasta los 50 cm de profundidad, y se comprobó la presencia de raíces hasta los 80 cm de profundidad mediante muestreo con barreno (Figura 4). Se observó que la mayoría de los nódulos se ubicaron en raíces secundarias, lo que implica una nodulación poco eficiente y explica la falta de crecimiento de las plantas.

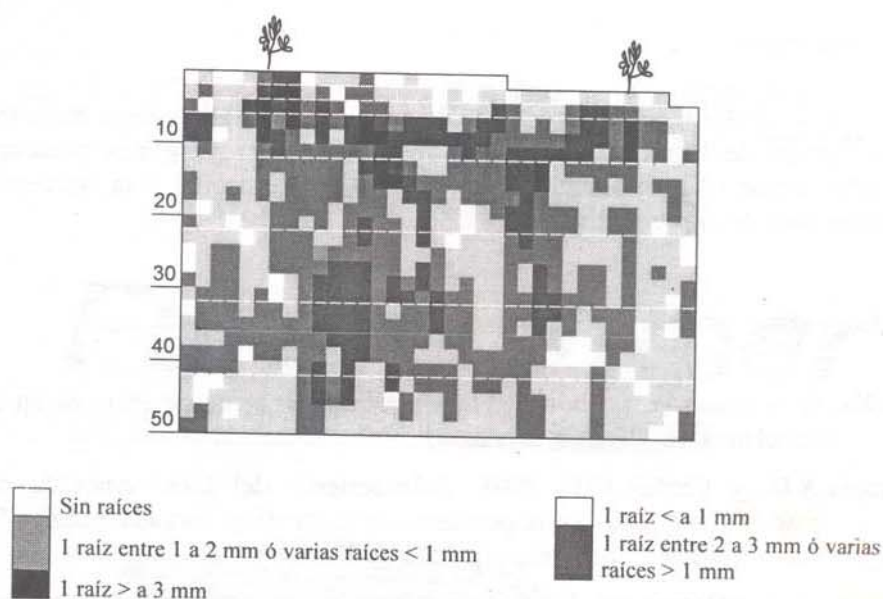


Figura 4. Perfil de raíces . Variedad HM 1-57. Estado 5,5.

Cuadro 2. Rendimiento de cultivares de soja.

Cultivar	Plantas/m ²	Rendimiento (kg/ha)	PMG
ADM 4800	23	1.257	135
HM 4-51	31	1.896	136
HM 1-57	33	2.809	134
A 6401	30	2.606	141
Mercedes 70	35	4.003	127

La cosecha se realizó en forma manual mediante muestreo de tres parcelas de 1 m² por cultivar.

4. Levantamiento planialtimétrico y planificación de los módulos para riego.

Se realizó luego del emparejamiento del primer cultivo de arroz con una estación total de la Regional Santa Fe del Instituto Nacional del Agua. Se llevó a cabo un levantamiento sistemático con una cuadrícula de 30 m de lado aproximadamente lo que permitió generar un mapa detallado con las curvas de nivel. En base a este mapa se distribuyeron los módulos de rotación y se planificaron los canales y las calles del Campo Experimental.

5. Comentario

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.

Bibliografía

- Bonilla, O. y Grierson, J. Un sistema de producción de carne en rotación con arroz. Miscelánea 48. CIAAB. Uruguay.
- Brizuela, A.B. y Cañel G.E. 2001. Relevamiento del área sembrada con arroz, campaña 2000-2001 en la provincia de Entre Ríos. Jornada Técnica Fundación Proarroz. EEA C. del Uruguay Julio de 2001.
- Chebatarof, N y Deambrosi, E. 1995. Fertilización con nitrógeno en arroz. Jornadas de Actualización técnica en fertilización de arroz. EEA INTA C. del Uruguay 27 y 28 de junio de 1995 .pp 11-41.
- CREA Concordia. 1985. Reunión de tranqueras abiertas. Agosto de 1985.
- De Battista, J.J.; Marzoratti, N.B. y Arias N.M. 1999. Rotaciones arroz – pastura en Entre Ríos. Reunión Técnica Integracao Arroz x Pastagens no Ecosistema Campos. Uruguiana 10–11 Fevereiro 1999.
- Diaz Rossello, R. 1992. Evolución del nitrógeno total en rotaciones con pastures. Rev. INIA Investigaciones Agronómicas Nº1 Tomo 1 27-35.
- Galli, I.O.; Arguissain, G.G. y De Battista, J.J. 1993. Rotación arroz – pastura. ¿Tecnología para un mejor manejo o un nuevo sistema de producción?. Rev. CREA 160. pp 50-54.
- Grierson, J. y Mas, C. 1982. Producción de carne con pasturas sembradas sobre rastrojos de arroz en la zona este. Miscelánea 39. CIAAB. Uruguay.
- Lattimore, M.A. 1994. Pastures in temperate pasture rice rotations in south eastern Australia. Aust. J. of Exp. Agric. 1994 (34) 959-965.
- Marzoratti, N.B. 1995. Efectos de la rotación arroz – pastura sobre las propiedades del suelo. Trabajo final de graduación. FCA – UNER. Oro Verde Diciembre de 1995.
- Mendez, R. 1993. Rotación arroz – pastura. Serie Técnica Nº 38. INIA Treinta y Tres.
- Sebillotte M. 1980. Rôles de la prairie dans la succession culturale. Revue Forrages Nº 83 pp 79-122.

PRIMEROS AVANCES EN LA COMPRENSIÓN DEL PROBLEMA QUE AFECTA AL CULTIVO DE ARROZ EN SUELOS CON TOSQUILLA

Quintero C., Anthonioz Blanc D, Arévalo E., Boschetti N.

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

Introducción

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 superior 6,5, con visibles y abundantes concreciones de CaCO_3 en superficie ("tosquilla"). Estos síntomas se han relacionado a deficiencias de Zn, de S o de Fe aunque el causa del problema no ha sido dilucidada aún y podría estar relacionada al exceso de Ca (Arévalo, et al. 2000).

La concentración de calcio en el citoplasma debe mantenerse en valores muy bajos para que no se presenten problemas metabólicos, para esto la planta lo confina principalmente en la pared celular, la membrana plasmática y dentro de la vacuola y retículo endoplasmático. La planta realiza este mecanismo con un importante gasto energético dado que la concentración en la vacuola y retículo es 10^5 veces superior a la del citoplasma. La baja concentración de calcio en el citoplasma es esencial para prevenir la precipitación de fósforo, la competencia con Mg^{2+} por sitios de enlace y para algunas enzimas claves. En condiciones de exceso de calcio, la concentración de elementos como el hierro y el cinc pueden permanecer en valores normales o incluso incrementarse, sin embargo la planta manifiesta un síntoma claro de deficiencia. Las altas concentraciones de Fe pueden ser una consecuencia de la limitación de otros factores requeridos para la expansión foliar, desarrollo de cloroplastos y formación de clorofila (Marschner, 1998).

Existe una correlación positiva entre el contenido total de Fe en las hojas y la concentración de clorofila cuando el abastecimiento con Fe es subóptimo. Sin embargo, en suelos calcáreos, o cuando se aplican grandes cantidades de P o diferentes formas de N, el contenido de Fe en las hojas cloróticas puede ser similar o a veces mas alto que en las hojas verdes. Esto esta relacionado a la localización y estado de oxidación del Fe. Una proporción del Fe puede estar precipitada en el apoplasto de las hojas y no fisiológicamente disponible. La deficiencia de Fe es un problema de amplia difusión en suelos calcáreos, y es el factor responsable de la llamada "clorosis inducida por encalado". Este problema frecuentemente se encuentra asociado a la deficiencia de Zn. La baja disponibilidad de Zn en suelos calcáreos o de alto pH, se debe principalmente a la adsorción del Zn a las arcillas o CaCO_3 mas que a la formación de Zn(OH)_2 o ZnCO_3 fuertemente insolubles. Sumado a esto, la absorción y translocación del Zn en la planta es inhibida por la alta concentración de bicarbonato (HCO_3^-), este efecto es muy similar al que ocurre con el bicarbonato y el Fe.

Materiales y Métodos

Se realizó un ensayo en invernadero, en macetas de 1,6 litros, para evaluar el efecto de las características físico químicas de ocho suelos sobre el rendimiento de tres variedades de arroz (El Paso 144, Irga 417 y Don Juan). Se sembraron 10 semillas por macetas con dos repeticiones. La clasificación y las características de los suelos utilizados pueden verse en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Clasificación de los suelos utilizados y numero de identificación.

Clasificación	Serie	Nº Identificación
Cromuderte árgico Bt	Febre A	2
Cromuderte árgico Ap	Febre B	4
Cromuderte árgico Bt	Brasilera B	15
Argiudol ácuico	Tezanos pinto	9
Hapludol fluvéntico	Mandisoví	10
Arguicualf vértico	Los Conquistadores	14
Pelluderte árgico	San Gustavo	7
Ocracualfe vértico	Colonia 13	8

Cuadro 2. Características físico químicas de los suelos utilizados.

SUELO	2	4	15	9	10	14	7	8
Ca (ppm)	747	737	542	677	126	332	540	447
CIC (cmol/kg)	39	38	29	37	11	24	36	25
% Ca en CIC	93	94,9	90,7	89,4	54,8	67	72,5	86,2
Mn (ppm)	11,45	21,09	27,38	48,12	81,08	150,2	164,8	155,6
B (ppm)	1,1	0,75	0,44	0,91	0,39	0,84	1,19	1,18
Fe (ppm)	1,08	0,8	2,42	0,87	38,8	48,45	25,6	7
Cu (ppm)	0,77	0,63	1,4	0,58	2,26	3,35	2,13	1,95
Zn (ppm)	0,65	0,66	0,47	0,89	2,19	1,93	1,38	1,2
M.O. (%)	2,96	5,68	1,57	5,36	2,13	4,97	7,2	3,02
pH	7,7	7,5	7,2	7,5	5,4	5,8	5,8	7,4
P (ppm)	2,5	3,9	5,0	42	11	3,1	5,3	2,5

Ca (extraído acetato de amonio 1N, pH 7). CIC:capacidad de intercambio catiónico (extraído acetato de amonio 1N, pH 7). Mn, B, Fe, Cu, Zn (extraídos con EDTA 0,02 M, pH 6). M.O.: materia orgánica (Walkey y Black). pH(pH en agua relación 1:2,5). P: fósforo extraíble (Bray 1).

Se evaluó la producción de biomasa aérea y radical a los 45 días, así como la concentración de microelementos (Fe, Zn, Cu, B, Mn) y macroelementos (Ca, K, Mg).

Resultados

Existieron algunas características mostradas por las plantas que permitieron separar a los suelos en dos grupos según la aptitud para el cultivo de arroz. La característica más importante y que mostró una gran diferencia entre ambos grupos de suelos fue el rendimiento o producción de biomasa aérea de las plantas. Tomando como principal parámetro esta variable se pudo dividir entre los suelos 2, 4, 15, 9, (grupo A); que son los que mostraron menor producción y los suelos 7, 8, 10, 14, (grupo B); que mostraron producciones muy superiores y por lo tanto poseen mejor aptitud para este cultivo (Cuadro 3).

Las plantas de grupo A mostraron menor producción de biomasa tanto aérea como radical, pero como puede verse al analizar los valores de la relación entre ambas producciones, fue la biomasa aérea la más afectada. Otra diferencia importante que se observó entre ambos grupos fue la producción de macollos que mostró cada uno, esta gran diferencia estuvo dada por una menor producción de cada planta en particular pero también por una mayor mortandad de plantas en el grupo A. La producción de macollos es una característica muy importante ya que va a definir el número potencial de panojas.

Cuadro 3. Valores promedios e intervalo dentro del cual se encuentran la mayoría de los datos de las variables estudiadas, para los grupos de suelos.

Variables evaluadas en planta		A	B
Biomasa aérea (gr/maceta)	μ	0,43 b	2,45 a
	$\mu \pm \delta$	0,16 - 0,69	1,98 - 2,92
Biomasa radicular (gr/maceta)	μ	0,18 b	0,69 a
	$\mu \pm \delta$	0,7 - 0,28	0,5 - 0,89
Relación MS aérea/Ms radicular	μ	2,41 b	3,8 a
	$\mu \pm \delta$	1,57 - 3,26	2,91 - 4,69
Rendimiento relativo (%)	μ	13,7 b	79,3 a
	$\mu \pm \delta$	4,98 - 22,4	64,3 - 94,4
N° macollos / maceta	μ	2 b	17,7 a
	$\mu \pm \delta$	0 - 5,5	13,6 - 21,8
Plantas muertas (%)	μ	24,5 a	5 b
	$\mu \pm \delta$	15,35 - 33,65	3,2 - 6,8
Ca en planta (%)	μ	1,08 a	0,62 b
	$\mu \pm \delta$	0,73 - 1,44	0,49 - 0,75
Fe en planta (ppm)	μ	152 a	135 a
	$\mu \pm \delta$	103 - 200	121 - 149
Zn en planta (ppm)	μ	65 a	65,3 a
	$\mu \pm \delta$	25,1 - 105	41,2 - 89,5
K en planta (%)	μ	2,88 b	3,94 a
	$\mu \pm \delta$	2,54 - 3,23	3,75 - 4,13
Mn en planta (ppm)	μ	110 b	648 a
	$\mu \pm \delta$	53,1 - 167	231 - 1065
Cu en planta (ppm)	μ	38 a	23,8 b
	$\mu \pm \delta$	22,6 - 53,3	16,9 - 30,7
B en planta (ppm)	μ	102 a	80,4 b
	$\mu \pm \delta$	73,5 - 131	66,8 - 94
Mg en planta (ppm)	μ	0,19 a	0,14 b
	$\mu \pm \delta$	0,15 - 0,24	0,11 - 0,17

μ = media. δ = desvío estándar A= promedio de los suelos 2, 4, 15, 9 (suelos con tosquilla).

B= promedio de los suelos 7, 8, 10, 14 (suelos sin tosquilla).

En los suelos con tosquilla las concentraciones de Fe y Zn en planta permanecieron en valores normales que no difirieron de los encontrados en suelos sin tosquilla. Sin embargo las concentraciones de Ca, Cu, B y Mg aumentaron significativamente, mientras que las de K y Mn disminuyeron.

El contenido de calcio en las plantas del grupo A fue muy superior al de las plantas del otro grupo de suelos. Contenidos excesivos de calcio en planta no son deseables ya que estos pueden causar entre otras cosas inactivación de ciertas enzimas, inactivación o impedimento en el cambio de estado de oxidación del hierro, imposibilitando de esta manera su entrada a la célula, producir la precipitación del fosfato inorgánico como fosfato de calcio. La concentración de Ca en el tejido se incrementó desde valores normales de 0,5% a valores superiores a 0,7% y hasta 2% donde el rendimiento fue severamente reducido (Figura 1).

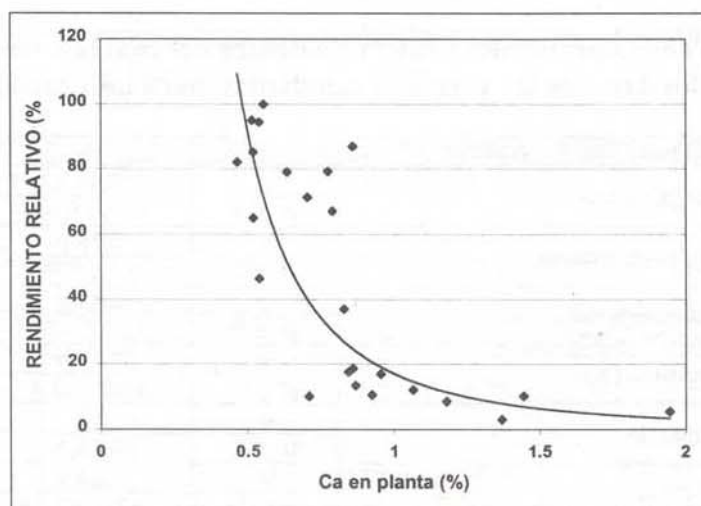


Figura 1. Relación entre la concentración de Ca en planta y el rendimiento.

Si bien las plantas crecidas en los suelos del grupo A, presentaron síntomas de deficiencia de hierro, situación que no se observó en plantas del grupo B, la concentración de este elemento en las plantas de ambos grupos de suelos no mostró diferencias significativas, y en contraposición a lo que se podría suponer, el contenido de hierro fue superior en las plantas del grupo de suelos A. Por lo que las diferencias en rendimiento no pueden ser atribuidas a bajos contenidos de este elemento en el suelo o a una disminución en la absorción de éste ya que los contenidos de hierro en planta no evidenciaron esta situación (Figura 2).

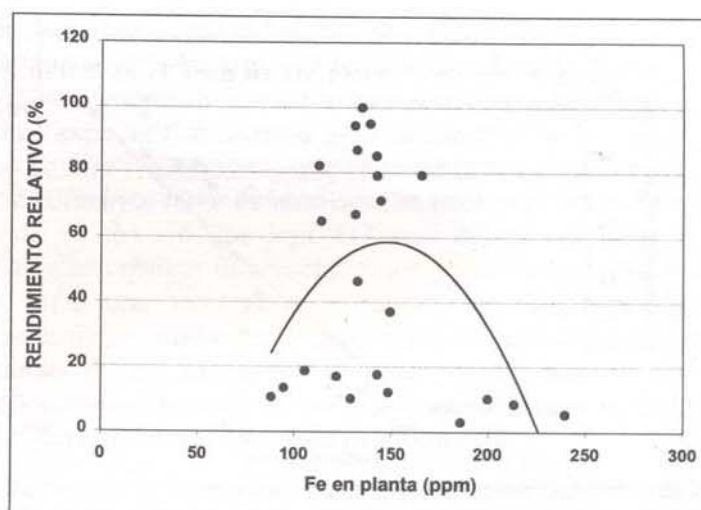


Figura 2. Relación entre la concentración de Fe en planta y el rendimiento.

Estudios realizados en las áreas mas importantes de cultivo de arroz de Asia, informaron que la deficiencia de cinc ocurre solo en suelos con pH alto y en particular en suelos calcáreos. Aparentemente la deficiencia de cinc en los suelos inundados de arrozceras, resulta del efecto combinado de elevado pH, altos niveles de HCO_3^- , producción de sulfuros y drenaje interno del perfil impedido. Si bien estas características están presentes en los suelos del grupo A, los resultados obtenidos de contenido de Zn en planta no coinciden con los antecedentes antes mencionados, ya que no se observó disminución en los contenidos de este elemento en aquellos suelos con altos contenidos de calcio. En ambos grupos de suelos los valores de Zn en planta fueron similares y no presentaron diferencias significativas. En este caso se podría estar dando una situación similar a la ocurrida con el hierro.

El incremento en la concentración de Ca provocó una alteración de las relaciones normales entre los microelementos y el Ca. Las relaciones Fe/Ca, Zn/Ca, B/Ca y Cu/Ca se vieron sensiblemente reducidas y relacionadas a los bajos rendimientos (Figura 3). Estos resultados aportan evidencias para sostener que estamos ante la presencia de una deficiencia de microelementos inducida por el exceso de Ca (carencia condicionada) que se presenta en los suelos con tosquilla

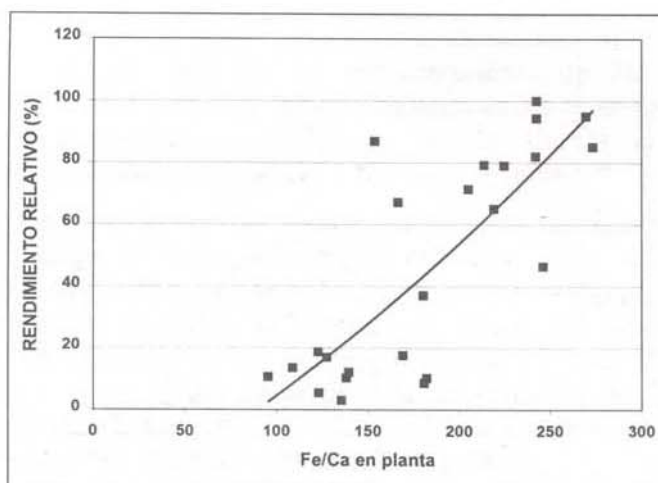


Figura 3. Relación Fe/Ca en la planta y el rendimiento de arroz.

Un resultado no esperado fue la alteración de las concentraciones de K en los tejidos de las plantas cultivadas en suelo con tosquilla. Se observó una disminución en las cantidades absorbidas de K, así como una alteración en la relación K/Ca. Si bien la concentración de K no disminuyó a valores que podrían considerarse deficiente, el tenor de K y la relación K/Ca se relacionaron estrechamente con el rendimiento alcanzado (Figura 4).

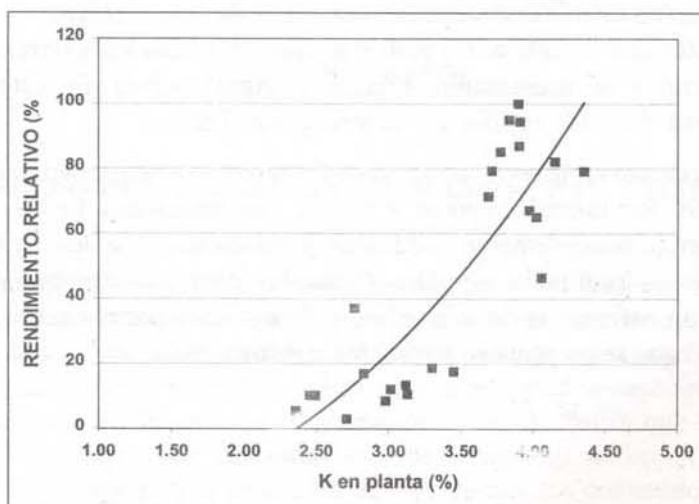


Figura 4: Relación entre la concentración de K en planta y el rendimiento.

Las tres variedades utilizadas no se comportaron de la misma manera, comprobándose que la variedad Irga 417 resultó mas afectada que El paso y Don Juan. Esta variedad mostró una tendencia a concentrar mayores cantidades de nutrientes en su composición, hecho que se cumple para la mayoría de los nutrientes evaluados excepto para el potasio y manganeso que se encontraron en menores concentraciones en esta variedad. El mayor tenor de nutrientes se hace muy marcado para el contenido de calcio, donde se observó que Irga 417 casi duplico el valor de las otras dos variedades. Las características diferenciales que presentó Irga 417 determinaron que esta variedad sufra una mortandad de plantas marcadamente superior, menor producción de macollos y rendimientos deprimidos respecto a las otras dos variedades. El comportamiento de las variedades El paso y Don Juan no mostraron grandes diferencias, imposibilitando de esta manera recomendar alguna de las dos como la mas adecuada para la siembra en suelos con estos problemas.

Una de las características de los suelos que mostró diferencias mas marcada y que tiene alta importancia, fue el valor de pH de cada grupo de suelo. Diversos autores han relacionado la aparición de síntomas como los que presentaron las plantas crecidas en los suelos del grupo A, con valores de pH superiores a 6,5; coincidiendo esto con lo surgido en esta investigación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores promedios e intervalo dentro del que se encuentran la mayoría de los datos de las características de los suelos estudiadas, para los distintos grupos de suelos.

Características de los suelos		A	B
pH suelo	μ	7,48 a	6,1 b
	$\mu \pm \delta$	7,29 - 7,66	5,3 - 6,9
Ca suelo (ppm)	μ	676 a	361 b
	$\mu \pm \delta$	591 - 761	200 - 522
% Ca en la C.I.C.	μ	92 a	70,1 b
	$\mu \pm \delta$	89,8 - 94,2	58,4 - 81,9
Fe suelo (ppm)	μ	1,29 b	30 a
	$\mu \pm \delta$	0,6 - 1,98	13,7 - 46,2
Zn suelo (ppm)	μ	0,67 b	1,68 a
	$\mu \pm \delta$	0,51 - 0,82	1,26 - 2,09
Mn suelo (ppm)	μ	27 b	138 a
	$\mu \pm \delta$	13 - 41,1	103 - 173
B suelo (ppm)	μ	0,8 a	0,9 a
	$\mu \pm \delta$	0,55 - 1,05	0,56 - 1,24
Cu suelo (ppm)	μ	0,85 b	2,42 a
	$\mu \pm \delta$	0,5 - 1,19	1,85 - 2,99

μ = media. δ = desvío estándar. C.I.C. = capacidad de intercambio catiónico. P.M.P.= punto de marchites permanente. Pe = fósforo extraíble.
A= promedio de los suelos 2, 4, 15, 9 (suelos con tosquilla).
B= promedio de los suelos 7, 8, 10, 14 (suelos sin tosquilla).

Los suelos con calcáreo presentaron menores cantidades de Fe, Zn, Mn, Cu disponibles (Tabla 4). El contenido de calcio presentó grandes diferencias entre ambos grupos de suelos, citándose este como el principal responsable de las diferencias en el desarrollo de las plantas de ambos grupos. Como ya se mencionó anteriormente, este alto contenido de calcio en el suelo produce problemas en la absorción de algunos nutrientes, además de traducirse en altas concentraciones en la planta, con las consecuencias ya citadas. Cuando el porcentaje de saturación de la capacidad de intercambio catiónico con calcio supera el 85 % los rendimientos de las plantas caen drásticamente (Figura 5).

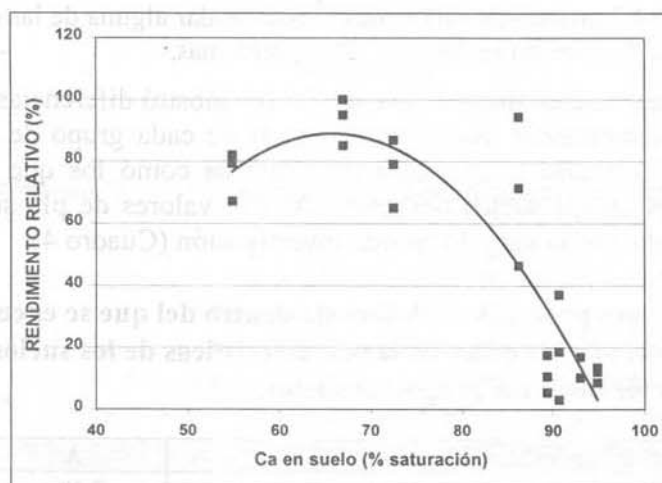


Figura 5. Relación entre el porcentaje de saturación con Ca del complejo de cambio y el rendimiento de arroz.

Conclusiones

Se pudo clasificar a los suelos utilizados en dos grupos: uno en el cual las plantas no presentaron síntomas y crecieron de manera adecuada y otro en el que el rendimiento se vio reducido. La gran diferencia entre estos dos grupos de suelos estuvo dada por los niveles de saturación con calcio en su capacidad de intercambio catiónico y por los valores de pH. En los suelos con tosquilla las concentraciones de hierro y cinc en planta permanecieron en valores normales, que no difirieron de los encontrados en suelos sin tosquilla, sin embargo las concentraciones de calcio, cobre, boro y magnesio aumentaron significativamente, mientras que las de potasio y manganeso disminuyeron.

La alta disponibilidad de Ca en los suelos se vio reflejada en las plantas, determinando una alta concentración de calcio en planta y una alteración en la mayoría de los valores de las relaciones con el resto de los nutrientes. Si bien los contenidos de hierro en planta fueron normales e incluso superiores en plantas crecidas en suelos

calcáreos, éstas mostraron síntomas de deficiencia de dicho elemento. Esto se interpreta como una deficiencia de Fe inducida por los altos niveles de calcio en la planta, que pueden determinar la inactivación fisiológica del mismo, por mas que el tenor en planta de éste sea suficiente.

Muchos antecedente hacían referencia de la posible deficiencia de Zn en plantas crecidas en suelos con estas características, debido a la inhibición en la absorción de este nutriente por menor disponibilidad en el suelo. Esta situación no fue evidente, ya que los niveles de Zn no difirieron entre las plantas crecidas en ambos tipos de suelos, por lo que, para este nutriente, se podría estar presentando una situación similar a la del hierro.

En definitiva se puede concluir que cuando se cultive 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 90 %, es de esperar que se presente una situación problemática en la cual las plantas mostrarán una severa reducción en el crecimiento y desarrollo.

Bibliografía

- Arevalo, E., Quintero, C., Boschetti, N., Bracony, D., Valenti, R., Martinez, N., Spinelli, N., Bucari, E.. Fertilización foliar de arroz en suelos con tosquilla. Resultados experimentales 1999-2000 INTA-PROARROZ. Volumen IX. p. 69-75.
- De Battista, J.J. Ensayo de respuesta a cinc en suelos con "tosquilla". INTA-PROARROZ. Volumen VII, 1998. p. 68-69.
- Fageria, N.K. y Baligar, U.C. Growth and mineral nutrition of field crops. 2. ed. New York. Marcel Dekker;Inc. 1997. p. 283-335.
- Livore, A B. Clorosis del Arroz en suelos con calcáreo. Revisión. Resultados Experimentales 1998-1999. INTA-PROARROZ. Vol VIII. p. 53-58.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. Norlforlk, Londres. Academyc press Ltd. 1998. p. 277-679.

RELEVAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA CON ARROZ, CAMPAÑA 2000-2001 EN LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS

A. B. Brizuela^{1,2}, G.E. Carñel¹

1. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos

2. CIC y TTP - CONICET

Introducción

La provincia de Entre Ríos contribuyó en el período 1990-99 con un 57 % de la producción nacional de arroz (Muller, 1999).

Con una explotación inicialmente dependiente de aguas superficiales como ríos y arroyos para el riego, el cultivo de arroz tuvo en la provincia, un comienzo muy acotado. Con la incorporación de agua mediante la extracción de pozos profundos, y posteriormente la construcción de represas de captación de agua de lluvia y retención de agua superficial, sumada a nuevas técnicas de manejo, el arroz logró una notable expansión tanto en el área de siembra como en los rendimientos obtenidos.

Durante la última década ocurrió un incremento muy importante en el área sembrada en Entre Ríos en forma sostenida hasta la campaña 1998/1999 como se puede observar en el cuadro 1.

La actividad arrocería ha sido considerada históricamente, como una actividad de alto riesgo y está asociada a la forma en que se empezó a desarrollar este sector (Aranguren, 1998).

Según datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación – AGPyA- de 1997, en la campaña 1996/97 Entre Ríos alcanzó el 58.6 % de la producción nacional. En relación a la producción agrícola en la provincia ocupa el segundo lugar en términos de tonelaje producido.

La misma fuente indica que el potencial productivo de los suelos entrerrianos permitiría la siembra de hasta tres millones de hectáreas de arroz.

Esta actividad, además de tener una gravitación en el plano económico tiene una incidencia muy alta a nivel sociológico y ambiental.

Cuadro 1. Evolución en el área de siembra de arroz en la provincia de Entre Ríos.

<i>Evolución del área de siembra de arroz 1995-2001</i>		
<i>*Sistema Integrado de Información Agropecuaria, SAGPyA</i>		
<i>**Estimaciones propias.</i>		
Campaña	País (ha)	Entre Ríos (ha)
1980/1981	*84.800	*22.500
1990/1991	*98.000	*52.200
1991/1992	*147.950	*78.650
1992/1993	*144.100	*75.800
1993/1994	*148.200	*73.100
1994/1995	*188.520	*104.000
1995/1996	*211.400	*111.500
1996/1997	*226.573	*123.300
1997/1998	*238.000	*134.300
1998/1999	*290.850	*157.400
1999/2000	*200.750	*102.200
		**90.550
2000/2001	S/datos	**61.250

En Entre Ríos el arroz aporta el 20 % del producto bruto agropecuario y en Corrientes el 40 %. Los puestos de trabajo generados por la actividad crecieron un 31 % entre 1995 y 1998, ocupando a 7.000 personas en forma directa y 3.800 en forma indirecta, que equivalen al 8 % de los empleos declarados en Entre Ríos y Corrientes (Muller, op. cit).

La actividad arrocera muestra junto con una creciente intensificación en el uso del suelo el avance de la frontera agrícola (Pagliettini et. al, 2000). Este avance vale suponer que en la provincia de Entre Ríos es a expensas de áreas tradicionalmente dedicadas a la ganadería sobre pastizales y montes naturales, con la consiguiente intervención antrópica en el ecosistema natural.

Este trabajo tiene como objetivo la identificación y cuantificación anticipada del área ocupada con el cultivo de arroz en la campaña 2000-2001 en la provincia de Entre Ríos.

Metodología

El área arrocerá provincial cubre zonas muy definidas:

Centro-Oeste, comprendida entre los ríos Gualeguay y Uruguay e integrada por los departamentos San Salvador, Colón, Sur y Sureste de Villaguay y Uruguay. Se extrae el agua de riego del acuífero subterráneo denominado "Puelche-Ituzaingó" que se halla entre los 60 y 90 metros de profundidad (Muller, op.cit), y se considera la principal zona arrocerá del país.

Norte: en la última década registró los mayores cambios, ya que el menor valor de las tierras permitió la construcción de represas para el almacenaje de agua para riego (Begenisic, 1998). Comprende los departamentos de Federación, Feliciano Federal, Norte de Villaguay y Concordia.

Zona considerada marginal en el proceso agrícola tradicional, puede afirmarse que el acercamiento a nuevas tecnologías que han acompañado el proceso del cultivo de arroz en la zona potencia el desarrollo de otros sistemas productivos.

Noroeste: abarca el departamento La Paz. Hasta la campaña 1997/98 representaba el 6 % de la producción provincial, caracterizándose por la explotación arrocerá por empresas grandes de 200-2000 hectáreas.

Sur: corresponde a la región de menor presencia de arroz, y abarca los departamentos Gualeguay, Tala y Gualeguaychú.

Los suelos ocupados con arroz en la provincia son de textura franco-arcillo-limosa como los Peludertes (argiacuólicos y argiudólicos) y Argiacuoles vérticos; con características franco-limosas los Ocracuálfes típicos y vérticos y Argiudoles ácuicos y vérticos (INTA, et al. 1995).

Para éste trabajo se definió un área para el muestreo de campo de tal forma que se cubriera la región arrocerá de la Provincia (Figura 1). Corresponde a 3.470.000 hectáreas, sobre la cuál se trazó una grilla con retículas de 10.000 m x 10.000 m.

Se aplicó un diseño de muestreo con vistas a lograr alto nivel de confianza en la estimación y un error inferior al 5 %. Como resultado del mismo se sortearon 34 retículas para el trabajo de campo, lo que significó un área a relevar de 340.000 hectáreas. El relevamiento se realizó en el período diciembre de 2000 a febrero de 2001.

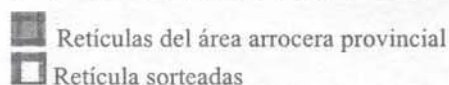
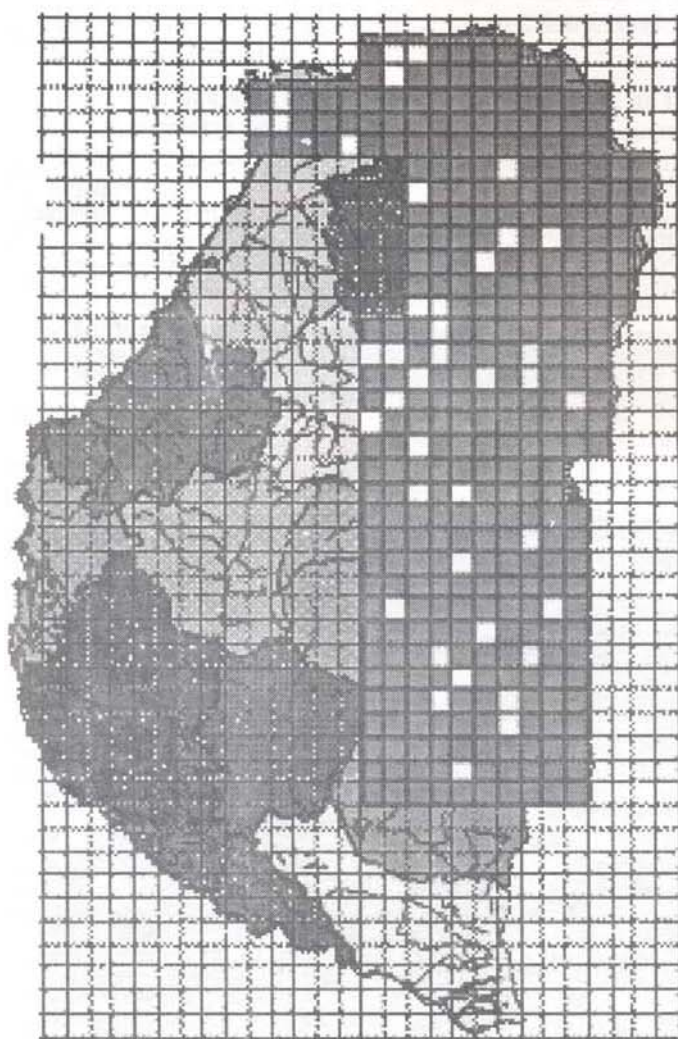


Figura 1. Área arrocer provincial, división con retículas de 10.000 m x 10.000 m y retículas sorteadas para trabajo de campo.

Para la realización de la estimación digital del área de siembra se adquirieron cuatro imágenes ETM del Landsat 7 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Imágenes ETM Landsat 7 utilizadas en el procesamiento.

Path	Row	Ubicación	Fecha
225	81-82	NORESTE	21/01/01
225	82-83	SURESTE	21/01/01
226	81	NOROESTE	12/01/01
226	82	CENTRO Y SUROESTE	12/01/01

Las retículas sorteadas fueron agrupadas por cercanía en tres grupos a fin de organizar la obtención de datos de campo de la siguiente manera:

Area 1: nueve (9) retículas ubicadas en los departamentos La Paz, Feliciano y Noroeste de Federación;

Area 2: diecisiete (17) retículas en los departamentos Villaguay, San Salvador, Colón, Concordia, Federación y Sur de Federal;

Area 3: nueve (9) retículas en Uruguay, Colón y Gualguaychú.

Se usaron las cartas 1:50.000 y 1:100.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM) que corresponden a la provincia de Entre Ríos. Para la proyección cartográfica de las imágenes y mapas resultantes se utilizó el Sistema Gauss-Krüger en faja 5.

En el trabajo de campo se utilizaron impresiones de imágenes que abarcaban la zona a relevar, correspondientes a enero de 1999 y agosto de 2000.

Se emplearon para el procesamiento digital de los datos los programas: ERDAS Imagine 8.4, CartaLinx y ArcView 3.2.

Resultados

Se vectorizaron los lotes correspondientes a las 34 retículas, los que fueron vinculados a la base de datos obtenida del relevamiento de campo (Figura 2). La vectorización tiene proyección Gauss-Krüger faja 5.

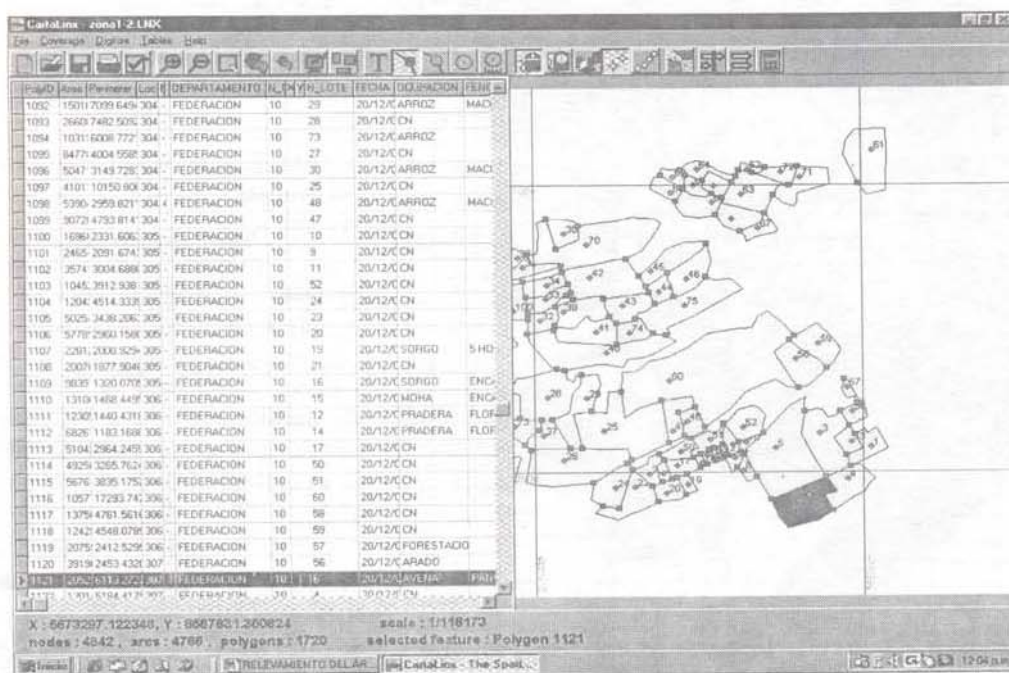


Figura 2. Vectorización de lotes y base de datos vinculada.

La base de datos cuenta con 2545 registros. Los campos son: localización geográfica, fecha de visita, ocupación actual, fenología del cultivo, altura de plantas, porcentaje de la cobertura vegetal, color predominante y humedad del suelo. Para el caso en que el cultivo fuera arroz se indicó si el mismo estaba inundado.

Se procesaron con Erdas Imagine 8.4 las cuatro imágenes, excluyendo los sectores fuera de la provincia.

Se georreferenciaron en Gauss-Krüger faja 5, con un promedio de 50 puntos de control y un RMS de 0.84.

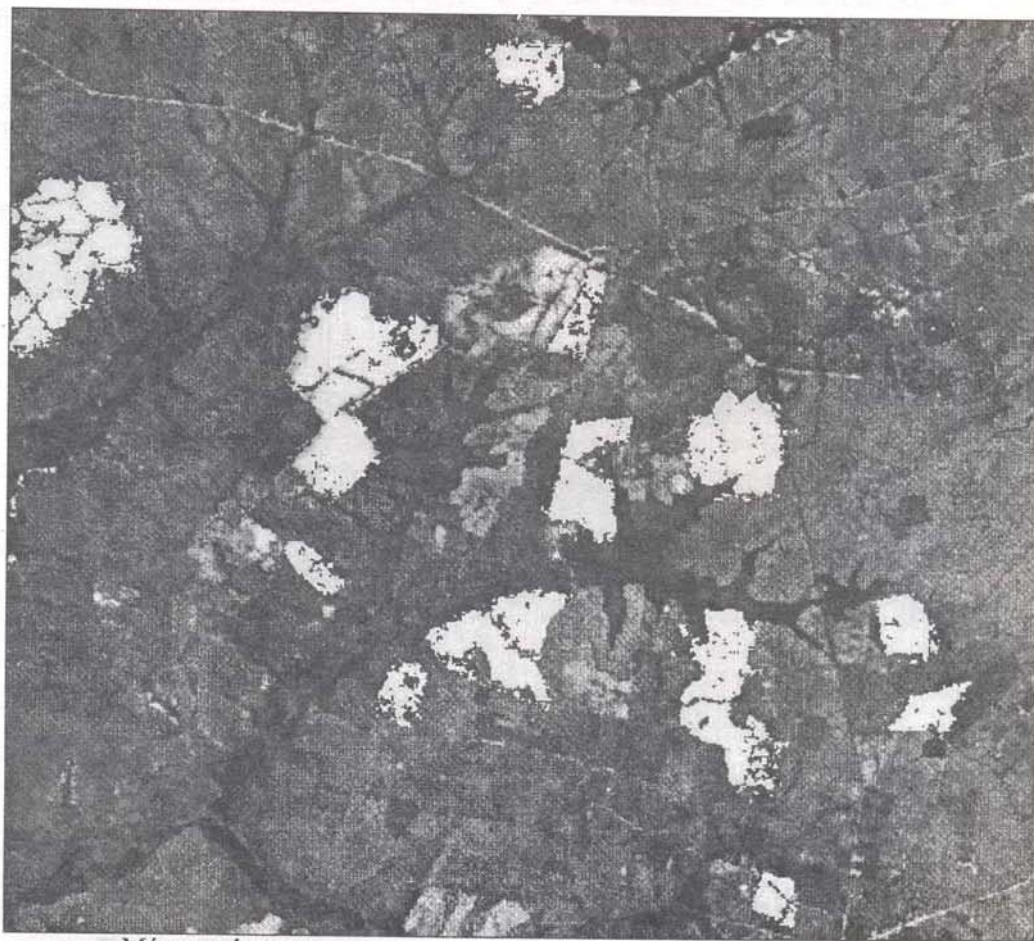
Para la clasificación digital supervisada se utilizaron los datos de las visitas de campo para crear los sitios de entrenamiento. Se utilizó el método de Máxima Probabilidad. La cantidad de clases iniciales para la clasificación digital, fue más grande que el número de coberturas reales, dado que el comportamiento reflectivo de las cubiertas varían mucho según la fase fenológica del cultivo involucrado. De esta

forma el número de sitios de entrenamiento varió según la imagen procesada con un promedio de 80 sitios.

Al analizar el comportamiento espectral de las firmas generadas se observó que en las bandas 3, 4 y 5 la diferenciación de las mismas eran buenas, siendo confusa en las otras bandas. Por lo tanto la clasificación digital se basó en las mencionadas bandas.

Con puntos tomados de los lotes no incorporados como sitios de entrenamiento y dejados como testigos de verdad terrestre se realizaron las pruebas de precisión de las clasificaciones efectuadas: matriz de confusión e índice Kappa. Los resultados obtenidos variaron para cada imagen clasificada, con un promedio de 76 % de matriz de confusión y 64 % para el índice Kappa.

Los errores de confusión más grandes se dieron con el cultivo de arroz y el área de vegetación palustre que bordean los arroyos, motivado fundamentalmente por las precipitaciones ocurridas los días anteriores a la toma de las imágenes.



Máscara de arroz.

Figura 4.: Sector de imagen 4,3,2 con máscara de arroz superpuesta.

Dado que el objetivo de este trabajo era la identificación de la superficie cultivada con arroz, se recodificaron las imágenes clasificadas realizándose las máscaras que permitieron la visualización únicamente de los lotes cultivados con arroz.

Estas imágenes representativas únicamente de la clase arroz, se logran al convertir la imagen clasificada en una imagen booleana, donde los píxeles toman valores de 0 y 1

Se crearon las imágenes y las máscaras de arroz según la división política por departamentos de la Provincia, con el fin de obtener -por superposición de ambos- los mapas temáticos y la estimación departamental del área sembrada con arroz (Figura 3).

Una vez realizada la limpieza de la clasificación, el resultado obtenido para la superficie sembrada con arroz en Entre Ríos para la actual campaña 2000/2001 por procesamiento digital fue de 61.250 ha. en el cuadro 2 pueden observarse los resultados por departamentos.

Cabe destacar que el dato final de la estimación de área sembrada con arroz para la campaña 2000-2001 fue entregado el 20 de febrero de 2001 a la Fundación ProArroz, entidad solicitante del trabajo.

El recolectar un número suficientemente grande de muestras, 2545 lotes, permitió estimar el verdadero valor del área sembrada con una confianza superior al 90 % y con un error inferior al 5 %

En cuanto a los lotes ocupados con arroz fueron 145, con una media de 87 y un desvío estándar de 81 hectáreas.

El resultado obtenido por el relevamiento estadístico fue de 58.340 hectáreas.

Cuadro 3. Estimación departamental del área sembrada con arroz

Estimación de área sembrada con arroz en la campaña 2000-2001, por Departamentos			
Departamento	Area	Departamento	Area
Villaguay	15.700	San Salvador	4.236
Uruguay	9.398	La Paz	2.654
Federación	8.525	Feliciano	2.660
Colón	6.461	Gualeduaychú	1.650
Concordia	4.900	Tala	450
Federal	4.616		
TOTAL PROVINCIAL			61.250

Finalmente se confeccionaron seis mapas temáticos del área ocupada con arroz teniendo en cuenta la división por Departamento.

Cuadro 4. Comparación de los resultados obtenidos.

Comparación de área sembrada 2000-2001	
Estadístico	Digital
58.340 ha	61.250 ha

Esto se logró mediante la superposición de la máscara de lotes ocupados con arroz sobre una imagen en falso color compuesto en bandas 2-3-4.

Conclusiones

La obtención de datos de ocupación del suelo, en marcos territoriales de gran extensión y con requerimientos de "trabajo operativo en tiempo real" ha de basarse en datos de teledetección.

La información contenida en las imágenes obtenidas desde satélite, en este caso Landsat 7, y su fácil georreferenciación sumada al conocimiento del terreno que otorga el trabajo de campo, aseguran la estimación de áreas de siembra en tiempo real.

Durante el desarrollo de este trabajo se utilizaron las dos fuentes de datos: imágenes y muestreo de campo.

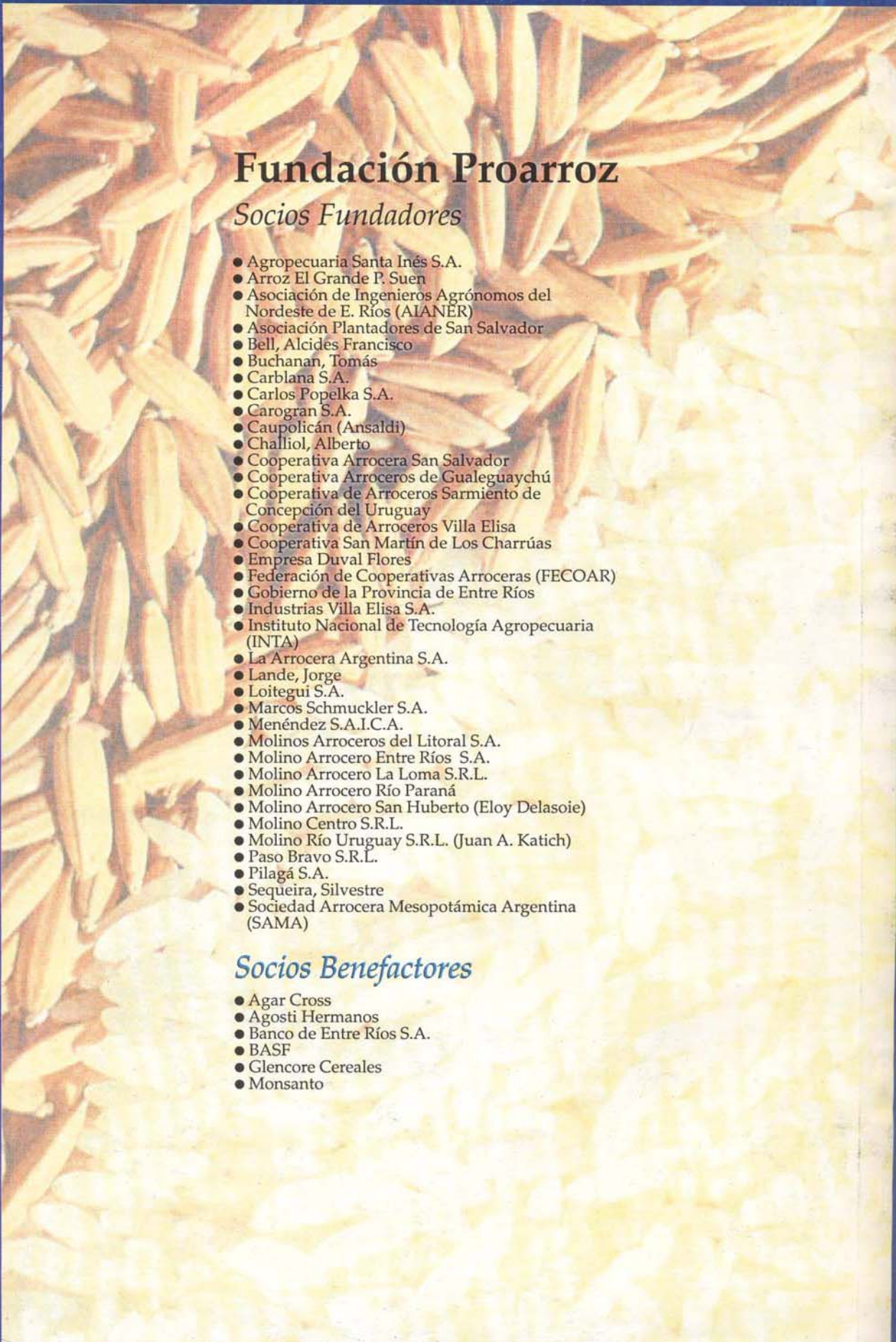
Cada vez más se ve que este tipo de información es requerida en un contexto de planificación de economías regionales. Es por ello que la realización de este trabajo coloca a la Fundación ProArroz, solicitante del mismo, en una situación de liderazgo al conocer el área ocupada por arroz anticipándose en casi tres meses a la cosecha.

La presente metodología basada en el procesamiento digital de imágenes y el tratamiento estadístico de los datos de campo, permite conocer la cobertura del suelo con arroz, en tiempo real y a un costo relativamente bajo y al alcance de organizaciones privadas y oficiales.

Bibliografía

- Aranguren, J. D., 1998. Evolución del cultivo del arroz en el Movimiento CREA, en ARROZ Cuaderno de actualización técnica N° 61, CREA, noviembre de 1998, ISSN: 1514-1276.
- Begenesic, F. 1998. Especial de Arroz. Panorama agrícola, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Forestación, marzo 98 n°2, pp.:47
- INTA, Fundación ArgenINTA y Aeroterra S.A., 1995. Atlas de Suelos de la República Argentina, Sistema de Información Geográfico. CD. ISBN 987-95542-0-5.

- Muller, H. 1999. El arroz en la Argentina. Revista ARROZ de la Asociación de cultivadores de arroz de la R.O.U.
- Paglietini, L y Curi, C. 2000. Desarrollo regional y deterioro ambiental: el papel del cambio tecnológico. Comunicación personal.
- SAGPyA - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación-, 1997. Análisis y perspectivas de la comercialización de arroz pp.: 1-17
- SAGPyA - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación-, 2001.
- Sistema Integrado de Información Agropecuaria. Webmaster.mecon.ar;
<http://www.mecon.gov.ar>



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 Arroceros San Salvador
- Cooperativa Arroceros de Gualguaychú
- 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 Arroceros 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 Arroceros Entre Ríos S.A.
- Molino Arroceros La Loma S.R.L.
- Molino Arroceros Río Paraná
- Molino Arroceros 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 Arroceros Mesopotámica Argentina (SAMA)

Socios Benefactores

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