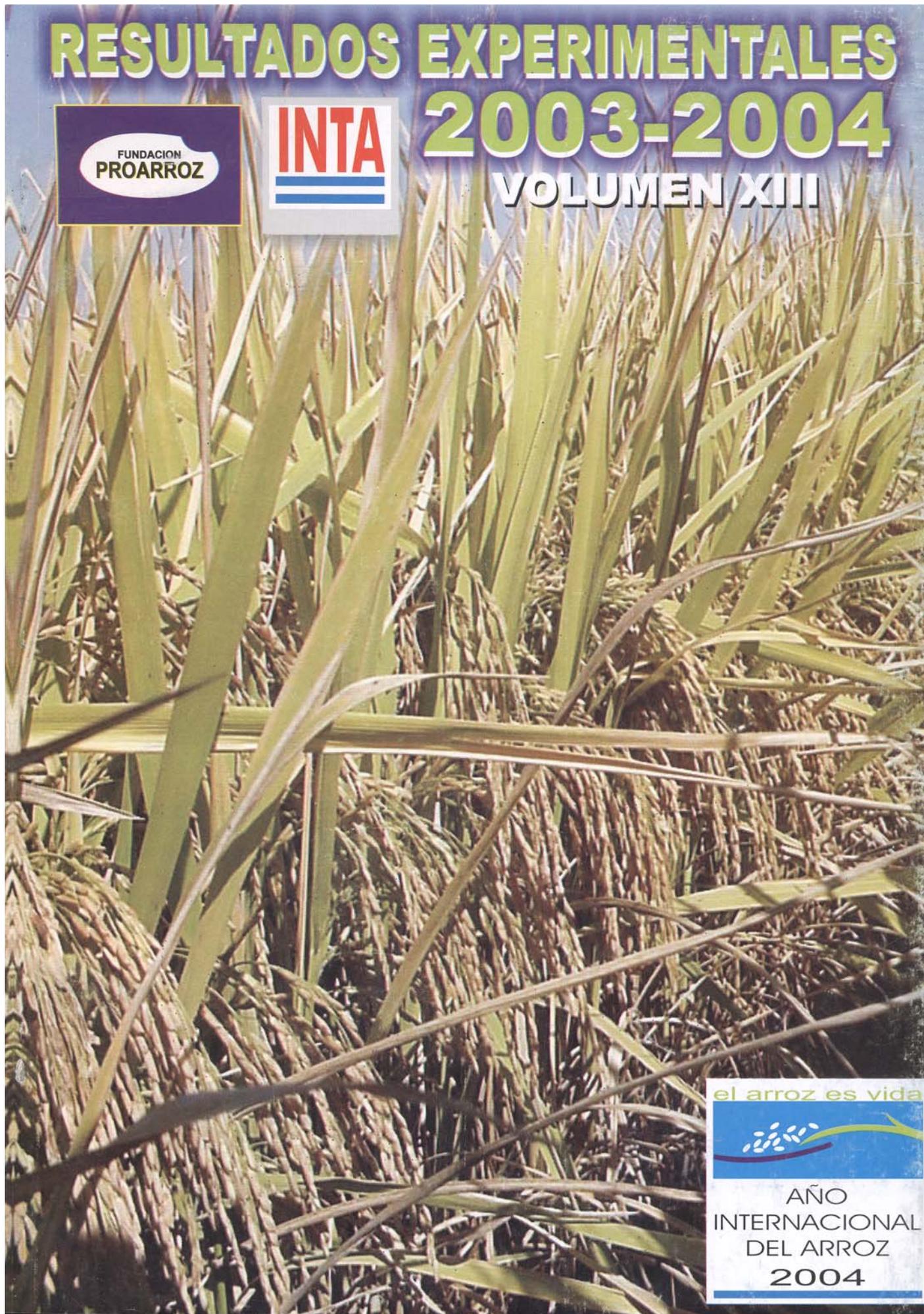


RESULTADOS EXPERIMENTALES 2003-2004 VOLUMEN XIII



el arroz es vida



AÑO
INTERNACIONAL
DEL ARROZ
2004



RESULTADOS

EXPERIMENTALES

2003 – 2004

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

COORDINACIÓN EDITORIAL

Sergio Monte

DISEÑO GRÁFICO Y COMPOSICIÓN

Sergio Monte – sergio@aianer.com.ar

IMPRESIÓN

Casa Fornés S.R.L.

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

***De esta edición se han impreso 300 ejemplares
en Agosto de 2004 en Concordia, Entre Ríos***

CONTENIDO

INFORME CLIMÁTICO Y ESTIMACIÓN AREA DE SIEMBRA CAMPAÑA 2003-2004

Ing. Agr. Griselda Carñel, _____ 9

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ARROZ

ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO REGIONAL

*Livore, A.B.; Muller H. C. ; Reggiardo, E.; Ojeda, J.; Álvarez A.;
Figuroa E. y Kraemer A.* _____ 17

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

Conclusiones

EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA PERTENECIENTE AL PROGRAMA ARROZ DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES, EN LA ZONA DE JUBILEO (PCIA. DE ENTRE RÍOS). CAMPAÑA 2003/04.

*Ing. Agr. Alfonso Vidal¹; Ing. Agr. Rodolfo Bezus²; Ing. Agr. María Pincirolí³;
Ing. Agr. Santiago Maiale* _____ 43

MANEJO DE NUEVAS VARIEDADES

DENSIDAD DE SIEMBRA EN LÍNEAS PROMISORIAS DE ARROZ

Arguissain G.; Malagrina G; Galeano F.; Pirchi H.J. _____ 51

FERTILIZACIÓN DE LÍNEAS PROMISORIAS Y CULTIVARES DE ARROZ

Arguissain G.; Malagrina G; Dri A; Frank G _____ 59

SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS EN LÍNEAS PROMISORIAS DE ARROZ

Arguissain G.; Malagrina G _____ 67

MANEJO DEL CULTIVO DE ARROZ

ROTACIONES EN SUELOS ARROCEROS:

RESULTADOS 2003-2004

De Battista, J., Wilson M., Cerana, J. Benintende, M.; Benintende, S., Arias, N., Díaz, E., Alvarez, C., Muller, H., y García, A. _____ 73

FOSFORO EN ARROCERAS DE ENTRE RIOS

Cesar E. Quintero, Graciela N. Boschetti, María R. Befani _____ 81

UTILIZACIÓN DEL YESO PARA RECUPERAR SUELOS DE LARGA HISTORIA ARROCERRA

Cerana J., Wilson M., Zino L., Quintero C., Rivarola S., Henderson O., Verliac J. y J. Noir _____ 89

EVALUACIÓN AGROHIDROLÓGICA E HIDROQUÍMICA DE REPRESAS DE ALMACENAMIENTO CON DESTINO A ARROZ

Lenzi, L.; Duarte, O.; Dacunda, P; Ecclesia, R. P. ,García, L, Romero, C; Díaz, E. y Casas, H _____ 103

“PREFACTIBILIDAD ECONOMICA DE LA CONVERSIÓN DEL RIEGO DE ARROZ UTILIZANDO ENERGÍA ELÉCTRICA. AREA COOPERATIVA ELECTRICA VILLAGUAY”

Weinbaur G.; Díaz, E.; Romero, C. y G. Villanova _____ 113

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CALIDAD

Malagrina G.M, Arguissain G.G. _____ 125

PROLOGO

Cuando el 23 de abril de 1991, la entonces autodeterminada "Comisión ProMejoramiento del Cultivo de Arroz" daba a conocer su primer documento haciendo un diagnóstico de la situación tecnológica del cultivo en el país y anunciaba que "un grupo de productores, industriales y profesionales ha estado manteniendo reuniones con el fin de impulsar un programa de investigación, experimentación y transferencia de tecnologías con características inéditas en el país", lejos estábamos sus integrantes del largo, difícil pero exitoso recorrido hasta el presente.

El surgimiento en los últimos años de entidades similares a Proarroz en sus propósitos como ASAGIR en girasol, MAIZAR en maíz, PROTEGER en algodón y varios ejemplos más nos está señalando que los iniciadores y los que fueron integrándose a Proarroz a través de este tiempo, estaban en el camino correcto.

El contenido de este decimotercer volumen muestra entre otras cosas el fruto del silencioso y perseverante trabajo del mejoramiento genético expresado en la nueva variedad liberada al cultivo INTA PROARROZ CAMBA.

También podrán observar la integración a Proarroz de la Facultad de Agronomía de La Plata, casa pionera en la investigación del cultivo en el país, y la continuidad del trabajo de la Facultad de Agronomía de Oro Verde, dependiente de la Universidad Nacional de Entre Ríos.

Los asistentes a esta XV Jornada Técnica Nacional, podrán evaluar los trabajos de referencia, que gracias al aporte de los productores e industriales, reglamentado por la Ley 9228, aún en los peores momentos de la crisis desatada en 1999, donde existían serias dudas sobre la viabilidad del sector, siguieron confiando en la labor de la Fundación, mostrando una visión de largo plazo, en busca de la rentabilidad y competitividad que su esfuerzo y trabajo merecían.

***ESTIMACIÓN DEL
AREA SEMBRADA***

Campaña 2003-2004

ESTIMACIÓN DEL ÁREA DE SIEMBRA CON ARROZ EN ENTRE RÍOS, CAMPAÑA 2003-2004, MEDIANTE TELEDETECCIÓN Y SIG COMPARACIÓN CON CAMPAÑAS ANTERIORES

Griselda Elena Carñel

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos

Ruta 11 km 10 ½ Oro Verde, Entre Ríos – gecargnel@ciudad.com.ar

Introducción

El grupo de Teledetección Aplicada y Sistemas de Información Geográfica, perteneciente a la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Entre Ríos, realizó la estimación del área sembrada con arroz en la Provincia de Entre Ríos, correspondiente a la campaña agrícola 2003-2004.

La estimación fue realizada mediante el procesamiento de imágenes TM del satélite Landast 5 y trabajo de reconocimiento a campo, trabajo solicitado y financiado por la Fundación ProArroz en el marco del convenio de cooperación UNER-Fundación ProArroz.

Los resultados obtenidos fueron volcados en base de datos, mapas e imágenes, los que al tener referencia cartográfica permiten la conformación de un sistema de información geográfica, SIG. Este sistema permite el manejo de los datos, el análisis de los mismos y la comparación con los resultados de las campañas anteriores.

El trabajo realizado permitió determinar la dinámica espacial y temporal en la ocupación del suelo, mediante técnicas de teledetección y SIG.

Metodología

El área de estudio, aproximadamente 3.470.000 hectáreas, abarca la totalidad de la región arroceras provincial, en la cual se identifican tres zonas muy definidas, que hoy ya se puede decir están dadas por el tipo de riego.

a) Norte: donde el menor valor de las tierras permitió la construcción de embalses de agua para riego y que comprende los departamentos de Federación, Feliciano, Federal, Norte de Villaguay y en menor medida Concordia.

b) Noroeste: abarca el departamento La Paz, siendo el riego con agua superficial principalmente del Arroyo Guayquiraró.

c) Centro-Sur, donde la extracción de agua corresponde al acuífero subterráneo denominado “Puelche-Ituzaingó”, que se halla entre los 60 y 90 metros de profundidad.

Las imágenes satelitales (cuadro 1) obtenidas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), fueron provistas por la Subsecretaría de la Producción a través del Instituto de Investigaciones Científicas, Tecnológicas y Formación de Recursos Humanos de la Provincia de Entre Ríos. Estas imágenes corresponden al Satélite Landsat 5, ya que el Satélite Landsat 7 presenta problemas en el espejo de barrido lo que impide tener imágenes de calidad para su análisis.

UBICACIÓN GEOGRAFICA	ESCENA	FECHA
Noroeste	226/81	12 de diciembre de 2003
Noreste	225/81	5 de diciembre de 2003
Suroeste y centro	226/82	12 de diciembre de 2003
Centro	225/82	5 de diciembre de 2003
Sureste	225/83	5 de diciembre de 2003

Dada la fecha en que fueron obtenidas las imágenes –primer quincena de diciembre- algunos lotes de arroz no estaban inundados todavía, lo que dificultó la identificación de los mismos. Por este motivo se recurrió a la imagen del satélite argentino SAC-C para realizar las verificaciones finales.

Cuadro 1. Imágenes TM Landsat 5.

El trabajo de campo se realizó mediante un sorteo al azar de lotes que integran el área típicamente arrocero de Entre Ríos. En el fueron tomados los datos de ubicación con Posicionadores Satelitales (GPS) y de la ocupación de suelo, posteriormente volcados en una base de datos anexa al plano vectorizado. Las recorridas de campo se efectuaron durante el mes de diciembre por dos equipos compuestos por los profesionales de la Cátedra, y una recorrida de verificación a fines de enero de 2004.

En el procesamiento digital de los datos se emplearon los programas ERDAS IMAGINE 8.4 (Duke et al, 1999), CartaLinx (Hagan et al, 1998) y ArcView GIS 3.2 (ESRI, 1998).

Las imágenes fueron georreferenciadas al sistema de POSicionamiento Geodésico ARGentino –POSGAR- Sistema Geocéntrico (WGS 84) de proyección Gauss-Krüger en faja 5, conservando el pixel de 30 x 30 metros. La georreferenciación se basó en las cartas imágenes del Instituto Geográfico Militar (IGM) que corresponden a la provincia de Entre Ríos.

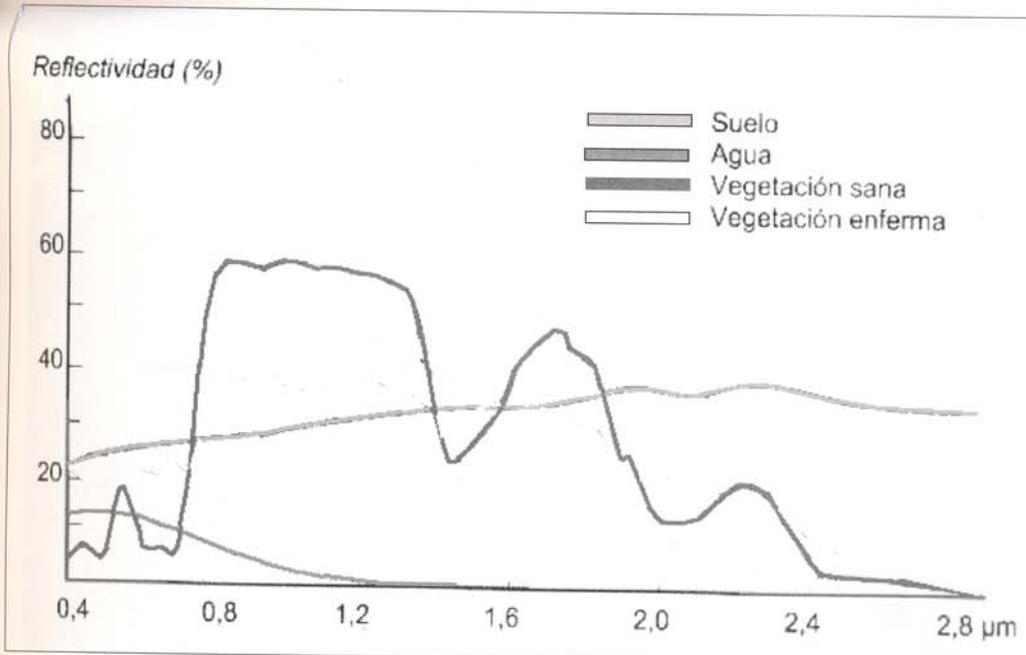


Figura 1. Comportamiento estándar de las diferentes coberturas ante la radiación solar.

Como se ve en la Figura 1, en las longitudes de onda que corresponden al denominado Infrarrojo Cercano, entre 0,7 y 1,3 μm , hay una gran diferencia en el comportamiento de la vegetación vigorosa y el agua. Es por ello que en la identificación de los lotes cultivados con arroz es fundamental que la imagen sea obtenida en el momento en que el mismo se encuentra inundado y la cobertura vegetal no alcance el 100 %.

Resultados

Dado que las imágenes originalmente tienen un tamaño de 185 x 185 km y no siempre cubren únicamente área provincial como en el caso de la 226-082, es necesario "cortar" digitalmente las imágenes de tal forma de dejar las superficies que correspondieran únicamente a la Provincia. Y a posteriori se la georreferenció con un RMS inferior a un píxel (menos de 30 metros).

Los datos de las visitas de campo fueron utilizadas para crear los sitios de entrenamiento o de "verdad terrestre" que utiliza el programa y el algoritmo matemático que clasifica las imágenes. Esta fase es sumamente importante porque es la que definirá la precisión de nuestra clasificación, y depende casi exclusivamente del trabajo de campo y de la interpretación de las imágenes.

Una vez obtenida la clasificación se deja únicamente una máscara con los píxeles identificados como "arroz" lo que permite la visualización únicamente de los lotes con este cultivo. Estas imágenes representativas de una clase, se logran al convertir la imagen clasificada en una imagen nueva, donde los píxeles tomarán valores

de 0 y 1, por lo tanto son transparentes si se la superpone a una imagen satelital sin procesar, como puede verse en la figura 2.



Figura 2. Imagen de satélite con superposición de “máscara” en los lotes clasificados como arroz.

Por la fecha de obtención de las imágenes sobre las que se realizaron los procesamientos, existía un número considerable de lotes que no estaban inundados pero que sí presentaban algún tipo de patrón que infería la presencia de “arroz sin inundar” más los datos de campo que así lo atestiguaban.

Para la confirmación de estos casos se utilizó una imagen del satélite argentino SAC-C del 15 de febrero de 2004. Las características espectrales del mismo, así como la amplitud del territorio barrido de unos 360 km de ancho, hacen que sea la herramienta ideal para el estudio de grandes regiones. No así por la resolución espacial de 175 x 175 m, lo que hace que el menor tamaño de superficie observado o píxel sea de 3 hectáreas. De todas formas como método de verificación rápida, sin trabajo de campo para los lotes considerados dudosos es importante y permitió la confirmación de 3500 ha. con arroz (Figura 3).

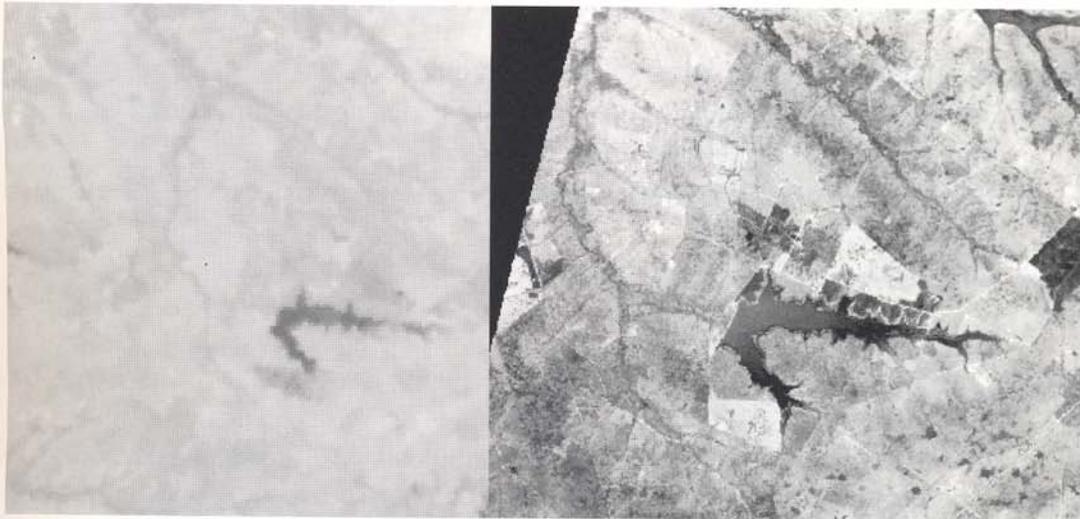


Figura 3. Igual sector en: imagen de SAC-C resolución 175x175 a la izquierda y Landsat 5 resolución 30x30 a la derecha.

Se vectorizaron los lotes clasificados digitalmente como “arroz”, más los que a pesar de no estarlo presentaban alguna característica que visualmente se asumiera que correspondía al cultivo. Se logró un mapa vectorial compuesto por 761 lotes con arroz, lo que implica una superficie neta de 59.489 hectáreas.

La base de datos cuenta con 761 registros correspondientes a los lotes ocupados por arroz. Los campos de la base son: superficie, perímetro, Departamento, Distrito, número de lote, nombre, tipo de riego, ocupación en 2004, presa de la que se extrae agua en el caso de riego superficial y observaciones.

En el Cuadro 2, se muestra el área por departamento y los resultados comparativos con la campaña anterior.

DEPARTAMENTO	LOTES en 2003-04	2003-04	2002-03	2001-02	2000-01
Villaguay	214	14.696	10.441	9.500	15.700
Uruguay	71	5.336	3.061	1.068	9.398
Federación	116	10.016	9.786	8.197	8.525
Colón	19	978	3.309	1.956	6.461
Concordia	39	2.915	2.740	1.484	4.900
Federal	52	4.845	4.496	3.098	4.616
San Salvador	121	8.358	6.633	5.532	4.236
La Paz	43	4.540	4.740	2.299	2.654
Feliciano	47	6.162	4.345	3.388	2.660
Gualeduaychú	39	1.641	351	368	1.650
TOTAL	761	59.488	49.902	36.890	61.250

Tabla 2. Discriminación de superficie estimada en las distintas campañas por Departamentos.

De la consulta a la base de datos se observan que son:

- 197 los lotes regados por embalses de agua superficial con una superficie de 19.590 hectáreas;
- 86 los lotes con riego superficial de ríos y arroyos con 8.662 hectáreas regadas;
- 31.236 ha se riegan con agua de pozo.

CONCLUSIONES

El uso de imágenes de satélites, la posibilidad de ubicación espacial de los lotes, la confección y mantenimiento de bases de datos atributivas relacionadas, son una herramienta importante en la toma de decisiones en actividades productivas como el cultivo de arroz.

La teledetección y la metodología de trabajo de los sistemas de información geográfica permiten en grandes extensiones de territorio, el diagnóstico y análisis de la dinámica de los recursos.

Reconociendo que el conocimiento del ambiente es la base sobre la cual se deberían planear estrategias de producción que logren maximizar el beneficio, cuidando al mismo tiempo los recursos para una mejor calidad de vida actual y futura, el equipo de la FCA UNER quiere agradecer a la Fundación ProArroz y a los productores agropecuarios entrerrianos por hacer uso de esta herramienta

BIBLIOGRAFIA

- DUKE M., MARTINEZ M. Y J. SKELTON, 1999. *IMAGINE Developers Toolkit Software Development*. ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia, USA.
- EASTMAN, J. R. (1999) idrisi 32, Guide to GIS and Image Processing. Clark Labs, Clark University, Worcester, MA USA.
- ESRI. 1998. *ArcView GIS 3.2*. Redlands, California, USA.
- HAGAN J. E., J.R. EASTMAN Y J. AUBLE. 1998. *CartaLinx The Spatial Data Builder User's Guide*. Clark Labs, Clark University, Worcester, MA USA.

*MEJORAMIENTO
GENETICO DE
ARROZ*

ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO REGIONAL

*Livore, A.B.¹; Muller H. C.²; Reggiardo, E.²;
Ojeda, J.²; Alvarez A.²; Figueroa E.³ y Kraemer A.⁴*

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

Introducción

El programa de mejoramiento de arroz del INTA conducido en la EEA Concepción del Uruguay tiene la responsabilidad de generar materiales promisorios para toda la región arrocería Argentina. Para una mayor eficiencia y rapidez de respuesta a las demandas de la cadena agroalimentaria arroz se han incorporado metodologías de avanzada, como el cultivo de anteras y la utilización de marcadores moleculares para asistir a la selección, en apoyo a la metodología tradicional de trabajo. Líneas promisorias producto de estas nuevas metodologías han sido evaluadas en esta campaña demostrando la ventaja de invertir en investigación.

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

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 Arrocería Argentina, de RiceTec, de Bayer Arg., EMPASC y del IRGA Brasil.

Objetivo

Caracterizar el comportamiento agrofítotfenológico 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 nueve ensayos distribuidos en cuatro departamentos: Dpto. Uruguay, Dpto. San Salvador, Dpto. Concordia y Dpto. Federación en la provincia de Entre Ríos y dos ensayos en las localidades de Mercedes en la provincia de Corrientes y Las Palmas en la provincia del Chaco. La fecha de siembra y nacimiento de cada ensayo está señalada en el detalle de resultados de cada uno de ellos.

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

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

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

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

Se cosechó una superficie de 3,6 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 Ira. Época.

La Fecha de siembra fue el 2/X/2003 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 19/X/2003 y con inundación permanente el 29/XI/03.

El análisis de suelo arrojó los siguientes valores para los parámetros químicos más importantes: fósforo, 9 ppm; Materia orgánica, 2%; Nitrógeno total, 0.11 %; pH, 5.7, indicando un suelo con una baja provisión de Nitrógeno y M.O.

El grupo de cultivares y líneas participantes tuvo un promedio general de 7966 kg./ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 9,3%. El promedio es relativamente alto con respecto al registrado en la campaña anterior aunque en esta fecha de siembra se produjeron períodos prolongados de bajas temperaturas que demoraron el crecimiento de la planta de arroz y en particular de aquellos participantes con requerimientos de altas temperaturas. También en la época de floración se produjeron bajas temperaturas durante los períodos nocturnos generando en algunos casos un mayor porcentaje de vaneos.

En el Cuadro 1 se presentan los valores de los parámetros de rendimiento y calidad industrial distinguiéndose dos grupos con diferencias estadísticamente significativas. El de mayor promedio esta compuesto por los cultivares y líneas de tipo de planta tropical donde se destacan el cultivar QMC O13, el híbrido XP701 y las líneas IMINTA, 5, 4, y 3 resistentes a herbicidas. El siguiente grupo esta integrado por cultivares y líneas donde se incluyen los testigos de alto rendimiento y la línea Ant 4774 que será inscrita con el nombre de Cambá INTA-PROARROZ. Este grupo con menor expresión en rendimiento y con ciclos diferentes a los participantes del primer grupo sufrieron los efectos de las bajas temperaturas durante la época de floración.

La línea Ant 4774 obtiene el valor de producción de grano similar a los testigos El Paso 144 y RP2 pero con factor de calidad sensiblemente mejor. También se observan líneas de buena calidad y rendimientos similares que deberán continuar en los ensayos para evaluar su comportamiento en otras condiciones

La línea Ant 11786 de tipo de planta tropical y una arquitectura de planta sumamente erecta no expresa todo su potencial probablemente debido a una sensibilidad a condiciones de baja fertilidad y temperatura. En las observaciones durante el período vegetativo se determinó claramente el menor volumen de biomasa en esta línea en comparación con los testigos y la línea Ant 4774. Esta observación ratifica los datos de la campaña anterior y respalda la decisión de aconsejar la siembra de esta futura variedad en latitudes con un régimen de temperaturas altas. Esta línea es la de mejor factor de calidad de todo el ensayo y es considerada como el modelo inicial de planta y calidad para superar los techos de rendimiento actuales. Los estudios de ecofisiología del cultivo combinados con el trabajo de mejoramiento permitirán elaborar sobre este arquetipo de planta una variedad que supere los rendimientos actuales con una calidad superior.

Los ciclos de las líneas promisorias Ant 4774 y Ant 11786 no mostraron diferencias con respecto al cv. El Paso 144 en esta localidad, aunque en condiciones de temperaturas

normales muestra una floración mas temprana. El retraso en crecimiento de todo el ensayo y de algunas líneas en particular, debido a las bajas temperaturas en el período vegetativo, produjeron una menor producción de biomasa total impidiendo el aprovechamiento eficiente de la buena radiación existente y reduciendo el potencial de rendimiento.

El resto de los materiales no presentaron un comportamiento destacado. La línea Ant 11417 de tipo de grano Doble Carolina no alcanza a superar al testigo Yeruá PA en rendimiento agrícola aunque en los valores de rendimiento corregido por factor es prácticamente igual. Esta línea es de menor porte y resistente al vuelco pero de un alto requerimiento en cuanto a fertilidad del suelo. Su calidad es sensiblemente mejor que la del testigo.

La línea ECR 22 de tipo de grano largo fino aromático presenta un rendimiento aceptable para este tipo de grano y una calidad destacada. Este tipo de arroces deben ser de un grano extremadamente fino para cumplir con los requerimientos del mercado. Esta restricción impone una limitante de peso en uno de los componentes de rendimiento como es el peso de 1000 granos y por lo tanto una dificultad para alcanzar altos potenciales . Su rendimiento en este ensayo no refleja su potencial debido a su sensibilidad a bajas temperaturas.

Cuadro 1. ECRR EEA 1ra. Época.

	Ciclo	Rend. Kg/ha		Entero	Total	% PB	% Yes	FACTOR	Rend. Corr
	Prom.	Prom.		%	%				
QMC O13	110	10058	a	64,55	69,45	10,0	0,1	101	10156,4
XP701	102	9885	a	65,8	69,8	12,3	0,4	100	9903,3
IMINTA 5	105	9439	ab	63,1	68	3,0	0,2	105	9921,7
IMINTA 4	100	9356	ab	66,1	67,95	3,5	0,1	108	10066,0
IMINTA 3	102	8981	abc	62,5	68	2,4	0,1	105	9442,7
El Paso 144	107	8546	bcd	67,25	69,05	15,3	0,6	98	8340,8
IMINTA 1	103	8495	bcde	65,3	67,8	4,6	0,2	106	8965,3
ECR 51	106	8364	bcdef	66,75	68,55	6,6	0,1	106	8838,8
RP2	106	8242	bcdefg	62,50	68,00	18,5	0,2	89	7338,7
ECR 47	106	8237	bcdefg	65,75	67,80	9,2	0,0	101	8348,1
ECR 48	100	7966	cdefg	66,20	67,95	4,4	0,0	107	8505,3
Ant 4774	106	7925	cdefgh	66,35	68,80	6,2	0,1	106	8400,4
ECR 6	102	7856	cdefgh	65,80	69,05	9,4	0,2	102	8050,3
Ant 11786	106	7373	defghi	66,35	68,85	2,0	0,0	110	8122,6
ECR 8	109	7286	efghi	61,95	67,85	12,8	0,8	93	6808,3
YERUA	100	7233	fghi	60,40	68,65	13,1	0,3	93	6719,5
IRGA 417	100	7190	fghi	63,05	67,95	2,5	0,1	105	7583,3
Ant 11109	113	7044	hig	63,4	69,7	3,9	0,4	106	7469,6
ECR JAP	106	6704	hi	52,65	67,30	8,9	0,3	88	5896,8
ant 11417	100	6302	i	62,9	66,45	1,9	0,3	104	6581,4
ECR 22	106	4410	j	65,4	70,3	5,0	0,2	108	4749,2

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

No se presentaron enfermedades a excepción de un incremento en la mancha del grano en los cultivares de mayor ciclo.

En cuanto a la calidad culinaria, las líneas Ant 4774 y Ant 11786 presentan las características de alto porcentaje de amilosa y temperatura de gelatinización baja como los cultivares tropicales. La línea Ant 11417 DC de grano tipo comercial doble carolina registra valores de amilosa y temperatura de gelatinización baja indicando un comportamiento después de la cocción de granos pegajosos con alta absorción de agua y rápida cocción. La línea aromática ECR 22, el cv. QMC O13 y el híbrido XP701 muestran baja temperatura de gelatinización.

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

	% amil.	Alkali
El Paso 144	29	7,0
RP2	29,6	6,8
IRGA 417	28,6	6,6
YERUA	19,6	5,0
ECR JAP	19,2	6,0
ECR 6	28,2	2,3
ECR 8	28,1	2,3
ECR 47	27,6	7,0
ECR 48	27,1	5,3
ECR 51	27,8	7,0
Ant 4774	28,6	7,0
Ant 11786	28,2	7,0
ant 11417	18,3	3,3
Ant 11109	27	4,6
ECR 22	26,7	2,0
QMC O13	28,6	2,7
XP701	27,3	2,1
IMINTA 1	28,6	7,0
IMINTA 3	28,2	7,0
IMINTA 4	27,8	7,0
IMINTA 5	29,1	7,0

ECRR EEA 2da. Época.

La Fecha de siembra fue el 10/XI/2003 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 2/XII/2003 e inundación permanente el 20/XII/2003.

Los valores de los parámetros químicos del suelo evaluados fueron: Fósforo 18,2 ppm; Materia orgánica, 1,80 %; Nitrógeno total 0.117 %; pH 6,1, indicando al igual que en la época de siembra anterior una baja disponibilidad de N y bajo contenido de MO.

El promedio general del ensayo fue de 8230 kg./ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 15,61%. El promedio de rendimiento es superior a la primera época de siembra debido fundamentalmente al mejor régimen y extensión de las altas temperaturas a partir de noviembre. Las bajas temperaturas que ocasionaron efecto de vaneo en los cultivares susceptibles en las siembras tempranas no afectaron a los materiales sembrados en esta fecha tardía.

La diferencia de ciclo con respecto a los registrados en la primera época de siembra fue mayor de la esperada debido al retraso en el crecimiento sufrido durante el período vegetativo por las bajas temperaturas. Esto también desplazó el momento de máxima biomasa del cultivo hacia los días con menor radiación. Es mas en algunos casos la biomasa máxima del cultivar, en la primera época de siembra, fue mucho menor que la potencial y por lo tanto afectó su producción final.

En el Cuadro 3 se pueden identificar los cultivares y líneas de tipo de planta indica tropical formando un grupo sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas y con los mayores rendimientos de grano por hectárea. Aunque el alto coeficiente de variación impide detectar las diferencias estadísticas se puede observar un grupo de cuatro participantes con mejor promedio que el resto. El híbrido XP701, IMINTA ambos resistentes a herbicidas y la línea ECR 6 y el testigo RP2 registran los mayores promedios.

Un segundo grupo incluye al IMINTA 4 y la línea Ant 4774 que superan al testigo El Paso 144 por casi 1 tonelada. Nuevamente se puede ver que la línea en proceso de inscripción bajo el nombre Cambá INTA-PROARROZ tiene una performance que supera a los testigos de alto rendimiento.

La línea Ant 11786 acorta su ciclo significativamente y no alcanza a generar la suficiente biomasa para expresar su potencial. La expresión de su potencial esta condicionada a la disponibilidad de nutrientes y altas temperaturas durante su etapa vegetativa. También su arquitectura de hojas extremadamente erectas exigen que la densidad de plantas logradas sea muy alta para lograr el máximo aprovechamiento de la radiación.

La línea Ant 11417 de tipo comercial doble carolina supera al cultivar Yerúa PA que se volcó parcialmente y alcanzó rendimientos inferiores a la media del ensayo. Así mismo la calidad de esta línea de porte bajo presentó un factor de calidad sensiblemente mayor al testigo, fundamentalmente en su componente de % de granos panza blanca.

Las líneas resistentes a imidazolinonas tienen una buena performance en especial el IMINTA 1 por su alta capacidad de macollaje. Su calidad es menor de la esperada al igual que su testigo, el IRGA 417. No se ha identificado la razón del aumento de panza blanca en esta época.

El cultivar QMC O13 presenta un bajo rendimiento agrícola pero a la inversa de la primera época de siembra exhibe una excelente calidad. Es probable que el llenado con temperaturas cálidas y mas prolongado haya contribuido a un menor porcentaje de granos panza blanca.

La línea aromática ECR 22 presenta un rendimiento agrícola superior al obtenido en la primera época debido a las buenas temperaturas de este ensayo y logra una excelente calidad.

Nuevamente las líneas propuestas a inscribirse Ant 4774 y Ant 11786 muestran altos valores del factor destacándose como materiales de alta calidad industrial.

Cuadro 3. ECRR EEA 2da. Época

	Ciclo	Rend. Kg/ha		Entero %	Total %	% PB	% Yes	FACTOR	Rend. Corr
XP701	91	9904	a	63,4	70,8	13,8	0,6	97	9607
IMINTA 1	91	9538	ab	57,9	68,7	10,9	0,5	92	8814
ECR 6	81	9479	ab	64,10	69,00	3,2	0,8	106	10079
RP2	91	9385	abc	61,35	67,85	14,9	0,7	91	8527
IRGA 417	88	9005	abc	62,00	67,85	8,4	0,5	98	8839
ECR 47	88	8859	abcd	66,70	67,9	4,2	0,4	107	9500
IMINTA 4	88	8811	abcd	56,1	68,5	8,3	0,7	93	8173
Ant 4774	88	8777	abcd	65,75	69,30	5,9	0,8	106	9275
Ant 11786	91	7998	abcde	66,15	69,30	4,9	1,3	106	8504
El Paso 144	91	7780	abcde	65,55	68,05	3,9	0,8	106	8263
ECR 48	81	7754	abcde	65,35	68,20	4,8	0,5	106	8183
Ant 11417	81	7668	abcde	62,35	66,55	1,9	2,9	100	7694
ECR 51	91	7600	bcde	62,00	67,85	3,7	0,7	103	7804
QMC O13	96	7558	bcde	63,9	69,4	1,9	0,9	108	8132
Ant 11109	96	7347	bcde	66,15	69,30	1,1	0,7	111	8146
IMINTA 3	91	7178	bde	60,2	68,5	8,5	1,3	96	6894
YERUA	81	6699	de	63,45	69,65	10,7	0,7	99	6633
ECR JAP	88	6526	de	54,70	66,50	6,0	0,6	92	5991
ECR 22	91	6334	e	63,20	70,75	4,8	1,0	105	6676

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

Los parámetros de calidad culinaria se mantienen con los mismos valores que en la primera .El participante híbrido XP701 presenta porcentaje de amilosa intermedio-alto y temperatura de gelatinización alta.

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

	%Amil	Alkali
El Paso 144	26	7
RP2	26,8	7
IRGA 417	26,3	7
YERUA	19,3	6
ECR JAP	18,4	6
ECR 6	25,6	3,4
ECR 47	26,1	7
ECR 48	25,8	7
ECR 51	26	7
Ant 4774	26,3	7
Ant 11786	26,4	7
Ant 11417	17,7	3
Ant 11109	24	3
ECR 22	24,8	2
QMC O13	25,7	2,8
IMINTA 1	26,4	7
IMINTA 3	26,3	6,9
IMINTA 4	26,1	7
IMINTA 5	26,1	6,8
XP701	26	3

ECRR Zona Centro 2da. Época

El ensayo de esta segunda época de siembra fue instalado en la arrocería Ponderosa en la localidad de Villa Clara el 15/XI/2003 y se registró el nacimiento del 50% de las plantas el 29/XII/2003.

El análisis de los parámetros de fertilidad del suelo arrojaron los siguientes resultados: fósforo 6.6 p.p.m., Materia Orgánica 3,32 %, nitrógeno total 0.180 % y pH 6.2 indicando una situación de disponibilidad de fósforo relativamente baja y una disponibilidad de N intermedia, que con la fertilización de base y al macollaje fue complementada satisfactoriamente.

El promedio general del ensayo fue uno de los más altos de todos los realizados en esta campaña y alcanzó 6055 kg/ha con un coeficiente de variación de 12.2%. El promedio general fue relativamente bajo con un coeficiente alto que refleja un ensayo con baja sensibilidad para detectar diferencias.

Los participantes más destacados fueron el híbrido XP701 y las líneas Ant 11786, ECR 22 y la resistente a herbicida IMINTA 4 superando al mejor testigo El Paso 144 pero sin diferencias estadísticamente significativas.

La línea de tipo de grano doble carolina Ant 11417 supera significativamente al testigo Yerúa PA en su calidad y rendimiento corregido.

La línea promisoría Ant 4774 se vio seriamente afectada por un retraso en la floración así como un importante vaneó. A pesar de su bajo rendimiento agrícola alcanza un valor cercano al testigo mejor ubicado, El Paso 144, gracias a su excelente factor de calidad.

Los cultivares RP2 y QMC O13 también fueron afectados, probablemente por un período de bajas temperaturas coincidente con la prefloración, produciendo un importante vaneó y consecuentemente un bajo rendimiento agrícola.

La línea Ant 11786 ratifica su excelente calidad obteniendo el valor de factor mas alto de todo el ensayo y un valor muy bajo de porcentaje de granos panza blanca. Esta característica lo coloca superando sensiblemente a todos los otros participantes en la variable rendimiento corregido.

Cuadro 5. ECRR Centro 2da. Época

	Ciclo	Rend. Kg/ha		Entero	Total					
		Prom.		%	%	% PB	% Yes	FACTOR	Rend. Corr	
XP701	97	6987	a	62,75	69,8	17,4	1,0	91	6388	
Ant 11786	100	6913	a	67,25	68,45	2,49	0,43	110	7607	
ECR 22	99	6736	ab	65,4	68,9	6,1	0,5	105	7074	
IMINTA 4	93	6677	abc	66,65	68,8	12,5	0,6	100	6646	
El Paso 144	95	6493		66,20	68,50	6,93	0,42	105	6792	
ECR 6	98	6336	abc	62,30	67,80	4,03	0,60	103	6508	
Ant 11417	87	6273	abc	64,00	67,05	5,91	1,51	101	6312	
IMINTA 1	89	6257	abc	65,75	68,05	10,9	0,3	100	6245	
ECR 51	106	6136	abc	65,90	67,85	2,02	0,35	109	6666	
IMINTA 3	95	5975	abc	65,55	68,1	5,6	0,5	105	6265	
IRGA 417	99	5809	abc	66,15	67,60	4,23	0,30	106	6184	
Ant 4774	100	5763	abc	66,30	68,45	2,32	0,43	109	6296	
YERUA	85	5735	abc	62,65	69,40	12,87	1,00	95	5473	
ECR 47	102	5693	abc	66,45	68,80	4,44	0,22	108	6138	
Ant 11109	106	5586	abc	67,05	69,45	0,0	0,3	112	6279	
RP2	106	5368	bc	63,45	67,25	4,16	0,32	103	5554	
ECR 48	103	5274	c	65,50	67,45	0,93	0,50	109	5733	
QMC O13	111	5240	c	61,95	68,75	4,1	0,8	103	5401	

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

ECRR Zona Norte Ira. Época

Este ensayo fue ubicado en la localidad de San Ramón en la arrocería del Sr. Tomas Buchanam y la fecha de siembra fue el 23/IX/2003 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 15-20/X/2003.

El nacimiento tuvo una demora y se produjo con emergencias desparejas dentro y entre parcelas. La conducción del ensayo permitió un excelente desarrollo obteniendo un promedio general 9224 kg/ha con un coeficiente de variación de 8.9 %. El excelente rendimiento promedio esta fundamentalmente explicado por las buenas condiciones de radiación, manejo, y la fertilización implementada que completó las deficiencias de un suelo relativamente desprovisto de nutrientes. Los parámetros químicos de fertilidad del suelo indican : fósforo 1.4 p.p.m., materia orgánica 1.86 % , Nitrógeno total 0.16 % y pH 5.4.

Bajo las buenas condiciones de manejo y radiación se obtuvieron altos rendimientos en general y en particular en aquellos participantes con alto potencial. El grupo mas destacado y con diferencias estadísticamente significativas con el resto, esta conformado por los cultivares QMC O13, RP2, El Paso 144 y la línea Ant 4774, sin diferencias estadísticas entre ellos.

En este ensayo se expresa la diferencia en ciclo entre la línea Ant 4774 y El Paso 144 que se han presentado en otras campañas. La línea tiene un ciclo menor a floración y madura con anticipación al testigo mencionado.

El segundo grupo en rendimiento agrícola esta conformado por un conjunto de líneas experimentales con buen potencial, en especial la línea Ant 11786 y las líneas resistentes IMINTAs.

Lamentablemente el material de este ensayo no pudo ser evaluado por calidad debido a un exceso de temperatura en el proceso de secado de las muestras.

Cuadro 6. ECRR Norte 1ra. Época

	Ciclo	Rend. Kg/ha	
QMC 013	96	11613	a
RP2	93	11576	a
El Paso 144	95	11041	a
Ant 4774	91	11008	a
ECR JAP	98	9732	b
ECR 47	89	9469	bc
YERUA	90	9437	bc
ECR 6	89	9412	bc
ECR 48	90	9360	bc
Ant 11786	92	9127	bcd
IRGA 417	91	9006	bcd
ECR 8	87	8999	bcd
IMINTA 4	96	8995	bcd
IMINTA 1	96	8842	bcd
IMINTA 3	96	8427	bcd
ant 11417	84	8262	cd
IMINTA 5	96	8249	cd
Ant 11109	107	8070	cd
ECR 51	89	7868	d
ECR 22	96	6005	e

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

Todos los participantes registraron valores consistentes con la caracterización en otros ensayos respecto a sus parámetros de calidad culinaria. El participante de tipo de grano japonés posee baja amilosa y temperatura de gelatinización baja como los doble carolinas, indicando un grano pegajoso, húmedo, de alta absorción de agua y bajo tiempo de cocción. Los de tipo largo fino se cocinan sueltos y con bajo tiempo de cocción excepto el aromático que es intermedio.

Cuadro 7. Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test

	% Amil.	Alkali
El Paso 144	28,3	7
RP2	28,5	6,7
IRGA 417	28,3	7
YERUA	19	5,4
ECR JAP	19	6
ECR 6	27,4	2,2
ECR 8	27,6	2
ECR 47	27,4	7
ECR 48	28	7
ECR 51	27,6	7
Ant 4774	28,5	7
Ant 11786	29	7
Ant 11417	17	2,9
Ant 11109	26,1	3,5
ECR 22	25,7	2
QMC O13	27,4	2
IMINTA 1	27	7
IMINTA 3	27,9	2
IMINTA 4	28,1	7
IMINTA 5	27,7	7

ECRR Zona Norte 2da. Epoca

El ensayo en esta localidad estuvo ubicado en la arrocera de Romero y la fecha de siembra fue el 5/XI/2003 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 15/XI/2003.

Los parámetros químicos de fertilidad de suelo indicaron un suelo de excelente fertilidad con una condición de buena proporción de materia orgánica y disponibilidad de Nitrógeno pero provisión de fósforo solo suficiente. Los valores determinados fueron los siguientes: fósforo 7.5 p.p.m. , materia orgánica 4.06 % , Nitrógeno total 0,22 % y pH 5,0

El promedio general del ensayo fue mayor que en la primera época de siembra alcanzando el valor 10043 kg/ha con un coeficiente de variación de 6.7 %.

El grupo de mayor rendimiento agrícola con diferencias significativas con el resto es liderado por el cultivar RP2 y el híbrido XP701 seguidos por los cultivares de alto rendimiento El Paso 144 y QMC O13. A continuación y con pequeñas diferencias con el cultivar de referencia El Paso 144 se presentan las líneas Ant 4774 y Ant 11786 entre otras líneas experimentales. Ambas líneas registraron un ciclo menor a los testigos confirmando una menor exigencia térmica para florecer y sin presentar problemas sanitarios ni de vuelco.

Las líneas resistentes a herbicida IMINTA se ubican junto con el cultivar de referencia para estos materiales, el IRGA 417, presentando un comportamiento similar en todas las características agronómicas y de calidad.

La línea experimental de tipo de grano doble carolina no se diferencia del testigo Yeruá PA y presenta una calidad sensiblemente superior con un menor porcentaje de granos panza blanca. La diferencia en factor entre la línea y el testigo es de significativa importancia.

En el análisis de la variable combinada de calidad y rendimiento se puede observar que la línea Ant 4774 supera a todos los participantes gracias a su alto valor en el factor. La componente de calidad de mayor influencia, que presenta esta línea próxima a inscribirse como Cambá INTA-PROARROZ, es el menor valor de granos panza blanca.

Los cultivares de alto potencial rendimiento tradicionales, cultivados bajo condiciones óptimas presentan mayores valores de granos con defectos. Por el contrario la líneas promisorias Ant 4774 y Ant 11786 no aumentan significativamente sus granos defectuosos y mantienen valores de factor por encima de 100. En especial la línea 11786 es la que obtiene el mayor valor del factor entre todos los participantes.

Cuadro 8. ECRR Norte 2da. Epoca

	Ciclo	Rend. Kg/ha	Entero	Total	% PB	% Yes	FACTOR	Rend. Corr
		Prom.	%	%				
RP2	85	12307a	64,45	68,5	16,54	0,78	92,878	11431
XP701	89	12160a	65,15	70,7	22,2	0,558	90,338	10985
El Paso 144	89	11769ab	66,35	68,9	12,32	1,13	98,941	11644
QMC O13	89	11411abc	57,9	70,4	13,61	0,838	91,102	10396
ECR 47	93	11028bcd	63,5	68,4	7,21	0,96	100,93	11131
Ant 4774	81	10984bcd	66	70,6	7,294	0,448	106,058	11649
ECR 6	89	10349cde	63,75	68	3,94	1,93	102,612	10620
Ant 11786	81	10254de	67	69	3,994	0,574	108,682	11144
IMINTA 4	89	10107def	65	68,7	3,036	0,6	107,314	10847
ECR 48	89	10093def	66,45	67,6	3,63	0,51	107,166	10816
ECR 51	89	10019def	66,25	67,9	2,50	0,34	108,562	10877
IMINTA 1	89	10011def	50,25	68,3	2,486	0,24	93,064	9317
IRGA 417	81	9984def	65,95	67,8	3,42	0,35	107,238	10770
IMINTA 3	89	9881defg	65,5	67,8	2,606	0,392	107,552	10762
YERUA	81	9567efgh	65,05	69,4	14,76	1,15	95,716	10157
Ant 11417	81	9047fgh	63,65	66,6	1,572	2,116	103,204	10337
ECR JAP	89	8849gh	61,45	67,3	6,18	0,36	99,466	8802
Ant 11109	103	8690h	66,3	70,1	7,128	2,208	103,66	9009
ECR 8	89	7494i	62,55	68,3	4,91	1,85	100,862	7559
ECR 22	89	6627i	64,7	70,9	3,164	0,536	109,1	7230

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

Los valores de los parámetros de calidad culinaria se mantienen en todos los participantes. El híbrido posee un alto contenido de amilosa pero temperatura de gelatinización alta lo que indica un arroz que absorberá mas agua y mayor tiempo de cocción. Esta asociación de alta amilosa y alta temperatura de gelatinización se presenta también en la línea aromática y no es frecuente su combinación.

Cuadro 9. Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test

	% Amil	Alkali
El Paso 144	27,2	7
RP2	28,3	7
IRGA 417	26,7	5,8
YERUA	19,7	4,5
ECR JAP	18	6
ECR 6	26,5	3
ECR 8	26,1	2
ECR 47	26,4	7
ECR 48	27	7
ECR 51	27,3	7
Ant 4774	26,5	7
Ant 11786	26,5	7
ant 11417	18,4	4
Ant 11109	23,8	3,3
ECR 22	24,6	2
QMC O13	27,5	3,5
IMINTA 1	26,6	7
IMINTA 3	26,1	7
IMINTA 4	26,8	7
XP701	26,9	2

ECRR Zona Centro Norte 1ra. Época

El ensayo correspondiente a esta localidad fue ubicado en el establecimiento Santa María del Sr. J. M. Mendiburu en la region de Federal y la fecha de siembra fue el 24/IX/2003 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas en el período del 11-20/X/2003. La emergencia se produjo en condiciones de baja temperatura y restricción de humedad lo que favoreció una población de plantas con estados de crecimiento heterogéneo.

Las determinaciones de laboratorio de los parámetros químicos del suelo indicaron una condición de buena fertilidad aunque con limitaciones en el contenido de fósforo. Los valores obtenidos fueron: fósforo 6.1 p.p.m., materia orgánica 4,3 %, Nitrógeno total 0,193 %, y pH 5,1.

El promedio general del ensayo fue de 8083 kg/ha con un coeficiente de variación de 11.5 %. El grupo de rendimientos mas elevados esta liderado por la línea Ant 4774 sin

diferencias significativas con los testigos de alto potencial , el cultivar QMC O13 y la línea Ant 11786. Aunque la sensibilidad del ensayo no permita distinguir estadísticamente a los componentes de este grupo la diferencia de la línea Ant 4774 y el cultivar El Paso 144 es de aproximadamente 1500 kg, valor cercano a la diferencia estadística mínima estimada en 1600 kg. El otro testigo referente de alto potencial de rendimiento, el cv. RP2 registra un rendimiento similar a la línea Ant 4774 pero con una extremado alto valor de granos panza blanca que reduce significativamente su valor finar de rendimiento corregido.

Llama la atención los valores relativamente bajos de casi todos los participantes en la variable % de grano entero. Es probable que algunas restricciones de agua durante el periodo de llenado, debido a las limitaciones en la zona de represa donde estaba ubicado el ensayo, hayan afectado la traslocación de fotosintatos y favorecido una abrupta pérdida de humedad durante ese período crítico. Estas condiciones, desviadas de las situaciones ideales de producción, permiten identificar los genotipos que se adaptan y mantienen una respuesta de rendimiento y calidad superior a los testigos comerciales.

Del análisis de las variables de calidad y rendimiento en forma conjunta resulta evidente la superioridad de las líneas Ant 4774 y Ant 11786. Como en ensayos anteriores y en particular para esta zona se destaca la línea Ant 11786 con un rendimiento similar al testigo pero con un factor significativamente superior.

La línea de tipo de grano comercial doble carolina Ant 11417 registra un valor similar al testigo, Yeruá PA, pero con una calidad netamente superior. El valor de % de grano entero en el testigo es extremadamente bajo respecto a sus valores normales. Esta diferencia debe ser tomada con cierta precaución pues la tener un ciclo mas corto puede haber sido afectada por la restricción de agua en forma diferencial.

Cuadro 10. ECRR Centro Norte 1ra. Época

	Ciclo	Rend. Kg/ha		%Ent	%Tot	% PB	% Yes	FACTOR	Rend. Corr
Ant 4774	99	10227	a	59	69	10,2	0,412	95	9682
RP2	101	9797	ab	53,7	66,75	26,5	1,5	70	6812
ECR 47	99	9317	abc	63,45	67,05	8,5	0,8	99	9178
IRGA 417	93	9070	abc	56,65	66,75	2,3	0,3	98	8899
QMC O13	103	8926	abcd	56,95	67,7	7,4	1,2	93	8320
ECR JAP	101	8914	abcde	53,7	67,3	3,4	0,7	94	8394
El Paso 144	99	8727	abcde	59,9	66,9	9,6	1,9	92	8041
Ant 11786	97	8692	abcde	63,8	67,75	6,1	0,5	102	8885
ECR 6	97	8495	bcdef	58,3	6,725	9,0	1,4	92	7829
ECR 48	97	8482	bcdef	62,9	66,75	8,8	1,3	97	8198
YERUA	83	8151	cdefg	48,7	67,5	5,9	1,4	86	7014
ECR 51	99	7860	cdefg	61,5	66,6	8,5	0,8	96	7553
IMINTA 1	99	7853	cdefg	63,6	67,25	4,3	0,2	104	8130
Ant 11417	93	7800	defg	56,85	65,05	4,0	0,8	94	7358
IMINTA 5	99	7374	efgh	59,5	66,65	5,1	0,7	98	7198
IMINTA 3	101	6978	fgh	59,9	66,55	1,3	0,5	102	7109
Ant 11109	114	6843	fgh	59,05	67,2	2,3	0,5	101	6888
IMINTA 4	101	6811	fgh	63,6	67,05	1,0	0,4	107	7255
ECR 8	95	6397	gh	59,6	66,85	11,2	1,6	91	5802
ECR 22	103	5868	h	38	68,55	1,0	0,8	78	4604

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

ECRR Zona Centro Norte 2da. Época

El ensayo en esta zona fue ubicado en la región de represas particularmente en la Establecimiento Miñones del Sr. J Tito y su fecha de siembra fue el 6/XI/2003 y se observó el 50 % de emergencia de las plantas el 20/XI/2003. El establecimiento del ensayo se produjo en época de bajas precipitaciones y la población de plantas logradas en la generalidad de las parcelas fue relativamente bajo. Sin embargo la estrategia de fertilización en dos aplicaciones permitió lograr una buena cobertura con las diferencias propias de cada tipo de planta.

Las determinaciones de laboratorio de los parámetros químicos de fertilidad de suelo indicaban un contenido de fósforo de 1.8 p.p.m., materia orgánica 2.28 %, Nitrógeno total 0.110 % y pH 5,9. Puede caracterizarse como un suelo pobre presentando deficiencias de fósforo, y una disponibilidad baja de N por lo que la fertilización programada para estos ensayos permitió que los participantes encuentren una fuente de nutrientes apropiada para expresar su potencial.

El promedio del ensayo para la variable rendimiento de granos por hectárea fue de 8494 kg/ha con un coeficiente de variación de 9,86 %. El híbrido XP701 se destaca con diferencia estadísticamente significativa del resto de los participantes. A pesar de partir de

una baja población de plantas logra un número sustancial de panojas y tamaño de panoja que compensa la deficiencia inicial. Su capacidad de macollaje y adaptabilidad a estas

restricciones iniciales son destacables. Del mismo modo se puede considerar a la línea resistente a herbicida IMINTA 4 que con un número de plantas iniciales menor a 100 pl/m² logra tener un rendimiento superior a los testigos y con una calidad que la ubica a la par del híbrido en la variable rendimiento corregido.

Las líneas Ant 4774 y Ant 11786 parten con una población de plantas sensiblemente menor a la de los testigos y alcanzan a obtener rendimientos agrícolas similares en función del alto macollaje. Sin embargo, esta estrategia de recomponer el rendimiento mediante la generación de mayor número de tallos por planta, tiene la limitante de la duración del período vegetativo que se acorta en fechas tardías. De las dos líneas, la línea Ant 4774 posee una capacidad de compensación sensiblemente mayor debido a su arquitectura de planta. Por el contrario la línea Ant 11786 con estructura de planta super erecta y menor capacidad de macollaje no alcanza a producir la biomasa por metro cuadrado necesaria para compensar la falta de plantas y obtener altos rendimientos. En estas condiciones se pone en evidencia la dependencia de las plantas super erectas, al número de plantas inicial para expresar su máximo potencial.

Al analizar la variable rendimiento corregido la línea Ant 4774 alcanza y supera a los testigos ratificando su destacada calidad y sobre todo el menor porcentaje de granos panza blanca. La línea Ant 11786 obtiene el factor de calidad mas alto de todo el ensayo superando al cv RP2 y pero por debajo del cv. El Paso 144.

Cuadro 11. ECRR Centro Norte 2da. Época

	Ciclo	Rend. Kg/ha	%Ent	%Tot	% PB	% Yes	FACTOR	Rend. Corr
XP701	88	11176a	58,90	70,20	13,0	0,4	93	10379
QMC O13	94	9942b	57,50	69,05	7,5	0,9	95	9478
IMINTA 4	94	9872b	62,20	68,55	4,5	0,4	103	10179
YERUA	89	9468bc	56,20	68,65	5,4	0,9	96	9071
ECR 48	91	8937bc	63,80	67,20	4,2	1,1	103	9186
IMINTA 3	94	8857bcd	58,80	67,60	7,6	1,2	95	8395
ECR 47	90	8748bcde	63,55	67,05	2,8	0,4	105	9158
Ant 11417	86	8700bcde	59,2	66,4	1,5	2,0	99	8593
IRGA 417	90,5	8557bcdef	62,1	67,9	2,8	0,3	104	8902
El Paso 144	94	8555bcdef	65,1	68,2	9,7	1,1	100	8524
ECR JAP	94	8547bcdef	51,5	67,8	5,7	0,8	90	7701
Ant 4774	90,5	8284cdef	64,7	68,1	2,7	0,3	107	8868
RP2	94	8079cdef	59,8	67,2	12,1	0,8	91	7381
Ant 11109	108	7704defg	63,5	69,5	2,3	0,8	107	8252
Ant 11786	89	7392efg	64,8	67,75	1,4	0,2	108	7994
ECR 6	92	7205fg	59,1	64,7	4,7	1,7	94	6797
IMINTA 1	95,8	6496g	60,5	68,1	4,9	0,4	101	6533
ECR 22	94	6360g	55	70				

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

ECRR Mercedes (Ctes)

Este ensayo fue establecido en la zona centro-sur de Corrientes incluyendo entre los participantes, materiales con ciclo intermedio, ciclo largo, de grano comercial largo fino, un participante de grano tipo doble carolina y en general con ideotipo de planta *indica* tropical. La fecha de siembra de esta localidad (Establecimiento El Rocío), fue el 10/X/2003 y la emergencia del 50% de las plántulas se registró el 25/X/2003.

Se aplicaron dos fertilizaciones una de base con 5-30-20 de NPK a una dosis de 150 kg./ha .

El promedio general del ensayo fue de 9974 kg/ha con un coeficiente de variación de 11.5 % indicando un ensayo con buena conducción y con altos valores promedios.

El grupo de mayor rendimiento y con diferencias significativas con respecto al testigo Taim esta compuesto por seis líneas promisorias del programa de mejoramiento de la EEA Concep. del Uruguay y que tienen como característica particular la alta calidad tanto en porcentaje de grano entero como en bajo porcentaje de granos panza blanca. Normalmente se encuentra que en condiciones ambientales para la expresión de altos potenciales de rendimientos se deteriora el factor de calidad. En estas líneas se ha buscado optimizar ambas características y si bien este es el segundo año de evaluación, ya se puede expresar con alto rendimiento y factores superiores al valor de referencia.

A modo de comparación se incluyó el cv. QMC O13, de alto potencial de rendimiento, considerado el material de mayor aceptación comercial. Los valores obtenidos demuestran la superioridad de los materiales experimentales tanto en potencial de rendimiento como en calidad industrial y de grano.

Estas líneas poseen diferentes ciclos que permiten la utilización de estos materiales para realizar la cosecha en forma secuencial. La línea Cr 306 es la participante que logra el mejor factor de calidad y posee un muy alto potencial de rendimiento con un ciclo menor que el cv. CR6919 y una semana mas prolongado que el cv. QMC O13. Si se debe optar por un ciclo menor la línea Cr 378 también presenta las características de alto rendimiento y calidad con menor número de días de riego.

La línea promisoría Ant 11786 no tuvo una performance acorde con su comportamiento del año anterior debido a un retraso de crecimiento inicial y bajo macollaje. Su ciclo se acortó significativamente y no alcanzó a producir suficiente biomasa para lograr un alto rendimiento. Su estructura de planta obliga a replantar la densidad de siembra para esta línea de modo de compensar sus hojas super erectas para lograr el mejor aprovechamiento de la radiación por superficie de cultivo. Su calidad se vio seriamente afectada, en el grano entero, por un atraso significativo en la cosecha.

La cosecha de este ensayo se vio algo retrasada por condiciones de lluvia lo que perjudicó la evaluación de calidad de los materiales de ciclo mas corto. Como se puede observar aquellos de ciclo corto registran valores de porcentaje de grano entero menores que los de mayor ciclo.

La línea de tipo comercial doble carolina Ant 11417 produjo un rendimiento en un nivel aceptable para este tipo de grano con un ciclo corto pero que permite considerarla como una alternativa para esta región.

Cuadro 12. ECRR Mercedes

	Ciclo	Rend. Kg/ha		%Ent	%Tot	% PB	% Yes	FACTOR	Rend. Corr
1499	98	11434	a	62	71	2,84	1,05	106	12151
363	99	11336	a	64	70	5,28	1,79	103	11712
376	88	11258	a	64	69	4,48	1,184	104	11704
364	99	11253	a	63	69	3,78	0,966	105	11775
306	97	11039	a	64	71	1,69	0,756	110	12114
1504	99	10815	ab	63	69	2,43	1,584	105	11383
CT 6919	101	10706	ab	62	71	9,43	1,262	100	10684
1498	99	10510	abc	61	71	5,09	2,044	102	10712
391	88	10492	abc	64	70	12,3	1,11	98	10239
QMO 13	90	10408	abc	59	70	17,7	1,33	86	8989
Cr 248	83	9997	abcd	65	71	7,15	1,626	104	10409
1529	98	9611	abcd	62	69	6,21	1,408	100	9630
1500	99	9600	abcd	65	70	4,65	1,85	105	10082
ECR 45	103	9247	bcd	55	69	11,9	3,546	84	7742
IRGA 417	82	8701	bcd	58	70	3,87	1,04	100	8720
TAIM	95	8694	bcde	61	71	9,81	1,224	98	8529
ECR 38	81	8314	dec	57	69	13,6	1,028	88	7343
Ant 11417	81	8114	de	56	68	4,9	3,506	92	7494
Ant 11786	81	8060	de	56	69	6,79	0,604	94	7575
390	95	7916	de	64	69	13,8	1,438	95	7532
595	103	6971	e	61	71	1,06	0,862	107	7475

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

Los parámetros de calidad culinaria indican que la mayoría de las líneas experimentales de grano comercial tipo largo fino, son de cocción suelta y con relativamente reducido tiempo de cocción. La línea Ant 11417 se comporta como un típico grano doble carolina con cocción mas prolongada, mayor absorción de agua y con un grano húmedo y pegajoso después de cocinado.

La excepción es la línea ECR 45 con mayor tiempo de cocción que los granos largo finos tradicionales y se asemeja al comportamiento de los cv. Taim y QMC O13:

Cuadro 13. Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test

	% Amil	Alkali
IRGA417	27,8	7
TAIM	26,1	2,2
CT6919	26,6	7
Cr248	24,9	2,2
306	25,8	7
363	27,3	7
364	26,4	7
376	27,3	7
390	26,9	7
391	29,2	4,2
595	27,1	6,1
1498	27,5	4,5
1499	26,4	7
1500	26,3	7
1504	26,7	7
1529	26,2	7
ECR38	27,8	6,8
ECR45	28,1	2,2
Ant11786micro	27,2	7
Ant11417micro	17	2,8
QMO13	27,7	2

ECRR Las Palmas (Chaco).

Este ensayo fue ubicado en el establecimiento Las Palmas del Ing. Agr. E. Meichtry en la Pcia del Chaco. La fecha de siembra fue el 5/XI/2003 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 20/XI/2002. Se realizó una fertilización de base con 120 kg de la mezcla 5-30-20 .

El promedio general de este ensayo fue de 8601 kg/ha con un coeficiente de variación de 13.7 %. El mejor participante fue el cultivar testigo Taim seguido por siete líneas del programa de mejoramiento con ciclos mas cortos, similares y mas largos que el cultivar testigo. Las líneas mencionadas no presentan diferencias significativas entre ellas debido al coeficiente de variación relativamente alto. Sin embargo se pueden identificar la línea 306 con ciclo intermedio como la de mejor comportamiento en rendimiento y calidad. Esta línea obtiene un excelente factor y sobre todo un porcentaje muy bajo de grano panza blanca. Se debe señalar que el alto valor de factor del cultivar testigo Taim es atípico y que le permite compensar su alto porcentaje de granos panza blanca.

La línea 881 de ciclo largo tiene un excelente comportamiento tanto en rendimiento agrícola como en el valor del factor. Esta línea debe ser comparada con los cultivares testigos de ciclo largo. Presenta una diferencia significativa con respecto a los testigos

TIOTAKA y EPAGRI 108 y en el caso del primero con menor período de emergencia a floración.

Las líneas de ciclo largo como la 881 poseen un tipo de planta altamente macolladora con hojas super erectas de sección en forma de “V” otorgándole rigidez en el período de madurez y permitiendo la mejor captación de radiación. Este tipo de planta esta siendo evaluada como progenitor e incorporar el estudio de sus características al trabajo conjunto con el grupo de ecofisiología sobre ideotipo de planta.

Cuadro 14. ECRR Las Palmas (Chaco)

	Rend. Kg/ha		Ciclo	% Entero	% Total	% PB	% Yes	FACTOR	Rend. Corr
Taim	11011	a	78	68,9	71,5	12,6	0,9	104,1	11466
363	10880	a	84	66,3	68,3	11,0	2,0	98,3	10690
881	10607	a	101	62,6	69,1	5,3	1,2	102,3	10848
334	10228	ab	79	67,1	68,7	8,0	2,0	102,5	10486
1877	10096	abc	98	65,2	68,9	6,9	2,1	101,7	10271
306	10011	abc	84	67,1	69,2	4,0	1,1	108,4	10853
364	10004	abc	85	65,7	68,0				
1882	9922	abc	84	65,4	68,5	12,9	1,7	96,3	9550
TÍO TAKA	8959	abcd	112	63,9	70,3	9,4	0,9	101,2	9063
968	8887	abcd	83	65,0	69,8	6,3	2,2	102,9	9146
EPAGRI108	8838	abcd	102	66,7	70,9	4,9	1,4	108,3	9573
879	8616	abcd	126	65,3	67,9	4,3	1,7	104,1	8967
1864	8167	bcde	98	66,7	68,6	7,2	2,5	102,1	8342
ECR24	8088	bcde	87	58,6	67,5	5,5	1,7	95,7	7744
1867	7999	bcde	83	66,3	69,3	7,5	1,1	104,1	8330
1881	7861	bcde	89	63,2	68,3	4,6	2,2	101,5	7977
ANT12143	7850	bcde	87	58,0	67,0	7,0	1,6	93,3	7323
1862	7776	cde	102	66,3	68,5	11,6	2,0	98,0	7619
ECR38	7448	def	61	63,8	66,9	17,8	1,1	88,9	6625
ECR45	7312	def	84	61,5	67,4	4,4	1,0	100,7	7366
1189	6751	def	91	62,1	68,7	8,6	1,7	97,4	6577
595	6107	ef	88	61,9	67,2	2,5	1,4	102,3	6246
586	5949	ef	90	62,2	67,5	1,7	2,4	102,2	6078
ECR36	5624	f	88	61,5	67,5	4,7	0,4	101,1	5688

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

Los valores que determinan la calidad de cocción se mantienen con respecto a los obtenidos en los años anteriores en los ensayos internos. Las líneas destacadas y de interés por su ciclo, rendimiento y calidad (Cr 306 y Cr 881) son de contenido de amilosa alto y temperatura de gelatinización baja . Estos valores indican un grano seco y separado después de la cocción y un tiempo reducido de cocción. Los testigos por el contrario poseen una temperatura de gelatinización alta y por lo tanto un mayor tiempo de cocción.

Cuadro 15. Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test

	%Amil	Alkali
Taim	27,6	2,5
EPAGRI108	25,5	3
TÍO TAKA	26,5	3,3
306	26,1	7,5
334	27	7
363	26,4	7
364	27,3	7
586	27,2	7
595	27,3	7
879	26,2	7
881	27,1	7
968	18,8	6,7
1189	20	5
1862	25,8	7
1864	26,2	7
1867	24,7	2,5
1877	27,4	7
1881	23,1	4
1882	28,5	7
ECR24	27,4	2
ECR36	27,9	2
ECR38	26,8	7
ECR45	27,3	2,3
ANT12143	28,2	2

Conclusiones

Los ensayos en la provincia de Entre Ríos fueron sembrados en dos épocas de siembra y en las localidades representativas de la actividad arrocera. A diferencia de la campaña anterior las condiciones de radiación y temperatura fueron altamente favorables para el crecimiento y el desarrollo del cultivo. Excepto unos períodos de bajas temperaturas al inicio de la siembra y durante una semana aproximadamente en el mes de febrero, las condiciones de temperatura fueron óptimas. Esto contribuyó a mejorar sensiblemente los rendimientos promedios en todos los ensayos.

En esta campaña al igual que en la anterior los testigos se comportaron en forma similar respecto a la variable rendimiento de grano por hectárea y no se diferenciaron estadísticamente de las líneas promisorias Ant 4774 y Ant 11786. Siempre el cultivar RP2 demuestra una pequeña diferencia superior al resto indicando su mayor capacidad de rendimiento. Sin embargo esta diferencia tiene un costo significativo en cuanto a calidad y estabilidad.

En el Cuadro 16 se presentan los promedios de los testigos y las líneas promisorias Ant 4774 y Ant 11786, en los siete ensayos de la campaña 2003-04 en la zona de Entre Ríos, para las variables, rendimiento de grano por hectárea, % de grano entero, % de grano total, % de granos panza blanca, factor y rendimiento corregido con las desviaciones estándar de las variables de productividad.

Cuadro 16. Promedios de los Cultivares testigos y 2 líneas promisorias en seis ECRR's para las variables de rendimiento y calidad.

Cult	Rend. Kg/ha	desv st	%ENT	%TOT	%PB	FACT	R. CORR	desv st
El Paso 144	8645	1829	65	68	10	99,9	8601	1614
RP2	8863	2329	61	68	15	89,5	7840	2005
Ant 4774	8660	1900	65	69	6	104,8	9029	1746
Ant11786	8104	1179	66	69	3	107,6	8709	1271
IRGA 417	8269	1408	63	68	4	103,2	8519	1517

El cultivar de mayor rendimiento es el cv RP2 pero también registra el valor de desvíos mas alto indicando una baja estabilidad en los diferentes ambientes. La línea Ant 4774 registra un promedio similar al cv. El Paso 144 con similar valor de desvíos pero con un significativa ventaja en su factor de calidad. La diferencia se determina fundamentalmente en su reducido valor de granos panza blanca respecto a los testigos de alto rendimiento.

La línea Ant 11786 registra un rendimiento agrícola promedio similar al cv. Testigo de alta calidad IRGA 417 pero al incluir la variable calidad supera no solo a este testigo sino también a los testigos de alto rendimiento.

Estas dos líneas promisorias han ratificado, durante dos campañas de ensayos regionales, su característica destacada de alta calidad y altos rendimientos. El comportamiento en las diferentes localidades sugiere que, para obtener los mejores resultados, se aconseje la siembra en la región Sur, Centro, Centro_Norte y Norte de la línea Ant 4774 (en inscripción como CV. CAMBA INTA-PROARROZ).

La línea Ant 11786 logra resultados superiores a los testigos en localidades y/o épocas de siembra con poca incidencia de bajas temperaturas (menores de 18°C). Esto permite sugerir su siembra a partir del 20 de octubre en las regiones Norte y Centro Norte de Entre Ríos hasta Mercedes Corrientes. Esta línea es la que obtiene en forma consistente la mejor calidad en todos los ensayos y registra la mayor estabilidad de rendimiento corregido.

En el Cuadro 17 se resume el comportamiento de las líneas promisorias con respecto a los testigos durante las dos últimas campañas. Se puede ver que con dos años de condiciones sensiblemente diferentes en cuanto a radiación y temperatura los valores promedios de las variables rendimiento agrícola, factor y rendimiento corregido demuestran la superioridad de los materiales propuestos para ser inscriptos como cultivares con el nombre CAMBA INTA-PROARROZ (2004) y GURÍ INTA-PROARROZ (2005). Este último será evaluado en la siguiente campaña con condiciones de densidad de plantas ajustadas a su ideotipo de planta, de modo aconsejar las mejores prácticas de manejo para obtener su máximo potencial.

Cuadro 17. Promedios de los Cultivares testigos y 2 líneas promisorias en 14 ECRR's de las campañas 2002-3 y 2003-04 para las variables de rendimiento y calidad.

	Rend. Kg/ha	FACTOR	Rend. Corr
El Paso 144	8059,1	95,87	7758
RP2	8076,3	90,359	7243
Ant 4774	7906,2	103,45	8165
Ant11786	7524,5	107,74	8110
IRGA 417	7662,4	103,37	7917

En el ensayo conducido en la localidad de Mercedes (Pcia. de Corrientes) la línea Ant 11786 no expresa su potencial y se vió seriamente afectada por una baja densidad de

plantas y retraso en la cosecha. Será nuevamente evaluada en la próxima campaña para verificar su comportamiento en una tercera evaluación con condiciones apropiadas.

Nuevos materiales con otro tipo de planta de alto macollaje y hoja super erecta participaron en el ensayo demostrando una capacidad de rendimiento significativamente superior a los testigos y con altísima calidad. Se destacan las líneas Cr 1499, 363, 376, 364, 306, y 1504 que volveran a incluirse en el ensayo de esta localidad en la próxima campaña. De ellas la línea Cr 306 será particularmente considerada y replicada en otros ensayos por su excelente rendimiento y calidad.

La localidad ubicada en la región norte mas extrema de la zona arrocera incorporada a la red de ensayos durante la campaña anterior en el establecimiento Las Palmas permitió evaluar los materiales de ciclo largo e intermedio. Con rendimiento similar al cultivar Taim, con seis días mas de ciclo y una calidad superior se destaca la línea Cr 306. Esta es la misma línea que demuestra un excelente comportamiento en la región de Mercedes (Ctes).

Para esta región, el sector arrocero demanda cultivares de ciclo largo que permitan mas facilidad para el manejo de las variables de riego y fertilización. Los testigos incluidos como referentes fueron los cultivares Brasileños EPAGRI 108 y TIO TAKA. Las líneas experimentales evaluadas demostraron superar ampliamente a estos testigos tanto en rendimiento agrícola como en rendimiento corregido. La línea Cr. 881 posee un ciclo similar al cv. EPAGRI 108 con un tipo de planta de altísimo macollaje, hoja super erecta y sección en forma de "V" que abre una posibilidad de superar estos testigos de alto rendimiento manteniendo la calidad. Este material será, evaluado nuevamente y multiplicado para verificar su comportamiento en mayores superficies.

Bibliografía

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

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
606 S. EAST ASIAN BLDG.
CHICAGO, ILL. 60607

TO: [Name]
FROM: [Name]
SUBJECT: [Subject]

[Main body of the letter containing the primary message or information being conveyed.]

[Additional text or details provided in the letter.]

[Closing text, signature, and any final remarks.]

RECEIVED
[Date]
[Name]
[Title]
[Address]

**EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA
PERTENECIENTE AL PROGRAMA ARROZ DE
LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y
FORESTALES, EN LA ZONA DE JUBILEO
(PCIA. DE ENTRE RÍOS).
CAMPAÑA 2003/04.**

*Ing. Agr. Alfonso Vidal¹; Ing. Agr. Rodolfo Bezus²; Ing. Agr. María Pinciroli³;
Ing. Agr. Santiago Maiale³*

Para evaluar líneas del Programa Arroz de la Facultad de Cs. Ag. y Ftles de La Plata, se instaló una experiencia que consistió de dos ECR y cuatro macroparcels con materiales para una evaluación más detallada.

Los ECR fueron programados en función del ciclo de los materiales de tal manera que el ensayo A consistió en líneas del tipo largo fino con más de 100 días a panojamiento en La Plata (denominado ciclo normal); y el B, integrado con materiales, también de tipo largo fino, pero con ciclos inferiores a los 100 días a panojamiento en La Plata (denominado precoces).

Los ensayos se condujeron en forma paralela en las localidades de Jubileo (Prov. de Entre Ríos) y La Plata (Prov. de Bs. As.).

A) Ensayo comparativo de Rendimiento de cultivares de ciclo normal

El ensayo estuvo constituido por 15 participantes contabilizando tres testigos comerciales El Paso 144; B.R. Irga 417 y Don Ignacio F.C.A.y F., más 12 líneas avanzadas del Programa que en su mayoría han sido evaluadas con anterioridad en ensayos internos.

Se procedió a realizar una siembra manual, en parcelas de 5 m², el día 23 de octubre de 2003, con buenas condiciones climáticas. El suelo, en cambio, al momento de la siembra, se presentó deficiencias en su preparación lo que afectó la implantación en algunos tratamientos. No obstante el nacimiento puede considerarse aceptable. Posteriormente, el grado de enmalezamiento hizo necesaria la aplicación en dos oportunidades de Clincher, que afectó a la totalidad del ensayo, manifestando en macollaje (30/XII) marcada clorosis y atraso en el crecimiento, especialmente en el tercer block .

Los ciclos de los materiales oscilaron entre los 92 y 110 días. No obstante los problemas mencionados, el coeficiente de variación del ensayo presentó un valor de 16,21 %, que, si bien no es bajo, no invalida las conclusiones del mismo. La cosecha se realizó en forma manual entre los días 27 de Marzo y 8 de Abril según el ciclo.

Los datos de productividad y ciclo de los materiales pueden observarse en la Tabla 1 comparándolos con los mismos materiales ensayados en La Plata.

Tabla 1: Valores de productividad del ECR de cultivares tipo largo fino (ciclo normal)

Cultivar	Ciclo		Redimiendo (kg/ha)		% Grano Total		% Grano Entero	
	LP	Jubileo	LP	Jubileo	LP	Jubileo	LP	Jubileo
<i>El Paso 144</i>	110	110	7000,0	4896	69,2	67,7	63,5	58,4
<i>Irga 417</i>	93	94	5786,7	6352,08	67,6	65,2	62,2	60,0
<i>Don Ignacio</i>	93	96	7166,7	7039,92	69,3	68,2	64,1	59,6
<i>RP 2</i>	100	105	6300,0	3450	62,5	62,7	51,3	49,6
<i>H 297-82-1-1-1-2-1</i>	103	108	5600,0	5054,4	64,3	68,0	56,9	57,5
<i>H 298-1-5-1-1-1</i>	110	107	7000,0	*	68,1	67,7	60,7	59,8
<i>H 300-19-1-1-1</i>	108	106	8013,3	4015,92	69,3	66,5	64,6	49,8
<i>H 385-5</i>	97	98	8613,3	7759,92	68,1	66,2	59,7	54,6
<i>H 385-7-1</i>	103	107	*	5167,92	65,5	69,0	51,8	56,9
<i>H 385-22</i>	91	92	6433,0	3640,68	66,1	67,6	55,2	55,6
<i>H 385-46</i>	93	95	6133,3	3895,92	67,3	64,6	57,1	50,1
<i>H 317-43-1-2-desc/96-2</i>	105	110	7173,3	*	68,0	59,0	59,0	50,0
<i>Lemx desc/93x desc/97-2</i>	105	104	8866,7	5760	70,8	67,7	57,1	56,0
<i>H 256-12-1-1-2</i>	109	110	5600,0	4128	65,1	63,0	57,1	52,0
<i>H 294-1-1-1-1-1-2</i>	107	106	*	4975,92	63,0	61,8	54,5	50,0
<i>H 297-20-1</i>	103	107	6800,2	5020,08	69,2	67,6	60,6	59,6

* No se evaluó el rendimiento pero se tomó muestra para calidad.
dms (Tuckey 5%): Jubileo=2424 kg/ha, La Plata=1662 kg/ha.

Los valores de rendimiento en Jubileo pueden considerarse muy bajos (con un promedio de 5082,6 kg/ha), especialmente si se comparan con los obtenidos en La Plata (6800,2 kg/ha), atribuyéndose esta merma a las condiciones ambientales y culturales de la campaña destacándose un grupo de 7 participantes, con rendimientos superiores a 5000 kg/ha que se destacaron del resto de las líneas (Tabla 1).

Con respecto al rendimiento industrial, puede observarse el mejor comportamiento de las líneas en La Plata especialmente en lo referente al porcentaje

de grano entero, tal vez favorecido por las condiciones climáticas registradas en esta zona durante el período de llenado de grano. En general, temperaturas medias inferiores mayor amplitud térmica favorecen el proceso de llenado del grano.

En la Tabla 2 se observa que el material proveniente de Jubileo presentó, en general valores de dispersión alcalina (alcali-test) más bajos tal cual lo esperado dado que es un factor muy influenciado por las temperaturas medias. Los valores de % de amilosa, en cambio, no mostraron una correspondencia tan marcada.

Las muestras provenientes de Jubileo presentaron una clara tendencia a dar valores de panza blanca mas altos que las sembradas en La Plata. Esta relación se presento inversa en el parámetro: grano enyesado. Esto puede explicarse si se tienen en cuenta las condiciones ambientales predisponentes para ambos defectos de calidad es decir temperaturas medias, sobre todo nocturnas, algo elevadas contribuyen a la formación

de panza blanca, mientras que temperaturas más frías en la zona de La Plata favorecen el enyesado del grano.

Tabla 2: Valores de calidad del ECR de cultivares de ciclo normal

Cultivar	Amilosa %		Alcali-test		G. Panza Blanca %		G. Yesoso %	
	La Plata	Jubileo	La Plata	Jubileo	La Plata	Jubileo	La Plata	Jubileo
<i>El Paso 144</i>	29,0	28,0	7,0	6,5	1,83	4,98	0,52	0
<i>Irga 417</i>	25,4	24,1	7,0	7,0	0,03	1,30	0	0
<i>Don Ignacio</i>	24,0	23,7	3,7	3,7	0,27	1,07	0	1,42
<i>RP 2</i>	28,0	28,7	7,0	7,0	1,40	2,03	0	1,16
<i>H 297-82-1-1-1-2-1</i>	24,3	26,5	5,0	5,5	0	0	0	0
<i>H 298-1-5-1-1-1</i>	28,0	28,0	3,5	3,0	0	0	0,13	0,77
<i>H 300-19-1-1-1</i>	26,5	26,5	4,3	3,7	0	2,05	0,23	0,35
<i>H 385-5</i>	29,5	28,0	4,2	2,5	0,55	0,71	0,41	0,27
<i>H 385-7-1</i>	26,0	22,0	5,0	2,5	0	0,81	0,39	0,31
<i>H 385-22</i>	20,5	20,5	3,5	2,5	0,40	1,20	0	0
<i>H 385-46</i>	22,0	23,1	3,7	3,2	0,51	2,0	0	0,31
<i>H 317-43-1-2-desc/96-2</i>	20,0	18,5	6,2	5,8	0,65	2,5	1,3	0,7
<i>Lem x desc/93x desc/97-2</i>	27,6	28,0	4,5	2,5	2,05	2,47	0,44	2,37
<i>H 256-12-1-1-2</i>	24,9	22,3	4,0	3,0	1,4	2,25	1,0	1,0
<i>H 294-1-1-1-1-1-2</i>	26,1	27,1	7,0	7,0	0,33	1,00	1,81	0.
<i>H 297-20-1</i>	20,5	26,5	2,5	2,5	3,34	1,02	0,75	0,22

B) Ensayo comparativo de Rendimiento de cultivares de ciclo precoz

El ensayo estuvo constituido por un total de 12 participantes contabilizando dos testigos comerciales Cocodrile y Don Ignacio F.C.A.y F., más 10 líneas avanzadas del Programa que previamente han sido evaluadas en ensayos internos.

El ensayo fue sembrado a mano en parcelas de 5 m², el día 23 de octubre en las mismas condiciones de ensayo anterior. No obstante el nacimiento puede considerarse aceptable, aunque debió llevarse a cabo el control de malezas ya mencionado, esto afectó la totalidad de la parcela que en macollaje (30/XII) presentaba una marcada clorosis y baja densidad de plantas, sobre todo en el block III. Los ciclos oscilaron entre los 90 y 102 días.

El coeficiente de variación del ensayo estuvo en un 15,48%, valor que si bien no es bajo no invalida las conclusiones del mismo. La cosecha se realizó en forma manual el día 27 de Marzo.

Los datos de productividad para ambas localidades pueden observarse en la Tabla 3.

Tabla 3: Valores de productividad del ECR de cultivares de ciclo precoz

Cultivar	Ciclo		Redimiendo (kg/ha)		% Grano Total		% Grano Entero	
	La Plata	Jubileo	La Plata	Jubileo	La Plata	Jubileo	La Plata	Jubileo
Cocodrile	96	102	7000	2868,58	71,2	69,8	64,9	64,4
Don Ignacio	94	96	7166	7280	69,3	65,2	64,1	58,5
H 313-26-2-2-1-2-1	85	92	6946	8233,42	66,1	69,2	57,5	48,6
H 313-26-2-1-1-3-1	85	90	*	5806,58	62,8	63,9	57,6	49,6
H 313-1a-1s-1-1-1-1-1	93	90	6413	4870,58	60,2	68,3	47,6	65,2
R-10-1				*	67,7	68,2	58,1	64,3
H 316-1-2-2-1-1-1-1	92	92	6380	4160	67,6	68,8	64,6	61,2
H 385-23	93	90	6266	6586,58	68,9	66,2	54,6	56,5
H 334-34-1-2-2-1-1	85	91	7066	5460	66,2	66,6	56,6	55,2
H 335-32-1-3-1-1	60	96	7200	7938,58	65,8	67,8	60,3	56,9
H 335-32-1-1-1-1	62	96	8200	6673,42	67,2	68,2	61,9	57,2
H 316-40	92	93	6133	4896,58	66,5	68,0	53,1	54,8

- se evaluó solamente parámetros de calidad

dms (Tuckey 5%) Jubileo=2126 kg/ha, La Plata = 1660 Kg/Ha

Los valores de rendimiento pueden considerarse muy bajos para el ensayo conducido en Jubileo, con valores promedio de 5888,6 kg/ha, atribuyéndose los mismos a condiciones ambientales y culturales de la campaña destacándose un grupo de 5 participantes con rendimientos mayores a 6000 kg/ha, que superaron al resto de las líneas.

Con respecto a los rendimientos en molino (Tabla 4), puede destacarse el mejor comportamiento de las líneas conducidas en La Plata, confirmando lo observado en el ensayo de ciclo normal, sobre todo respecto a los valores de grano entero. Puede considerarse que las regiones que poseen otoños más frescos y con mayor amplitud térmica, prolongan el periodo del llenado del grano y mejoran la transparencia del mismo, por consiguiente la dureza del endosperma.

Los datos de calidad culinaria (Tabla 4) muestran que el material proveniente de Jubileo tiene, en general, valores de amilosa y dispersión alcalina (Alcali test) más bajos.

En las muestras provenientes de Jubileo se aprecia una clara tendencia a dar valores de panza blanca más altos que las sembradas en La Plata, mientras que la tendencia inversa puede observarse en el rubro grano enyesado., tal cual lo observado para el ensayo A.

Tabla 4: Valores de calidad del ECR de cultivares tipo largo fino (ciclo precoz)

Cultivar	Amilosa %		Alcali-test		G. Panza Blanca %		G. Yesoso %	
	La Plata	Jubileo	La Plata	Jubileo	La Plata	Jubileo	La Plata	Jubileo
Cocodrile	22,7	24,0	4,7	2,7	1,2	4,12	1,7	0,33
Don Ignacio	24,1	23,5	3,7	2,5	0,27	1,07	0	1,42
H 313-26-2-2-1-2-1	26,0	26,0	3,8	2,8	0	0	1,14	0
H 313-26-1-1-3-1	27,6	23,2	3,7	3,8	0	3,04	0,24	0,77
H 313-1a-1s-1-1-1-1-1	20,1	17,0	5,0	4,8	1,28	1,36	1,71	0,23
H 316-1-2-2-1-1-1-1	16,5	16,0	6,0	3,0	0,38	0,42	1,02	0,65
R-10-1	22,0	17,7	4,5	5,0	0	0	0	0
H 385-23	26,5	22,0	3,0	3,0	1,02	0,60	2,03	0,69
H 334-34-1-2-2-1-1	22,0	21,0	3,5	2,5	0,37	0	0	1,26
H 335-32-1-3-1-1	14,3	12,7	2,3	2,5	0,38	0	0	0
H 335-32-1-1-1-1	18,5	21,0	5,0	4,5	0,23	0,43	5,0	5,0
H 316-40	24,0	27,1	6,2	6,2	3,20	1,66	1,57	1,72

Macroparcelas

Se sembraron, además, cuatro macroparcelas de aproximadamente 300 m², cada una: dos con las variedades Don Ignacio F.C.A.y F, en proceso de difusión y Yerua P.A. variedad de tipo largo ancho muy difundido en la zona. Además se probaron, dos líneas con un alto grado de estabilidad H 298-1-5 y H298-1-4.

El alto nivel de enmalezamiento impidió la determinación de rendimiento de las líneas arriba mencionadas. Mientras que Yerua P.A. y Don Ignacio F.C.A.y F confirmaron su superioridad, aun sin la suplementación de nutrientes, y demostrando su competitividad al producir en esas condiciones una proyección de 8500 y 8000 Kg/ha respectivamente.

MANEJO
DE
NUEVAS VARIETADES

DENSIDAD DE SIEMBRA EN LÍNEAS PROMISORIAS DE ARROZ

Arguissain G⁽¹⁾; Malagrina G⁽¹⁾; Galeano F⁽²⁾; Pirchi H.J.⁽³⁾
(1)EEA INTA C. del Uruguay (2)Estudiante en formación F.Cs. Agrarias UCU.
(3)Estudiante en formación F.Cs. Agrarias UNR.

Objetivo: Establecer la densidad de siembra en líneas promisorias de arroz y evaluar la composición del rendimiento.

Materiales y métodos

Se efectuaron dos ensayos en diferente época de siembra en el campo experimental de arroz de la EEA INTA C. del Uruguay.

Las líneas participantes fueron:

- Ant 11417 (largo ancho)
- Ant 11786 (largo fino)
- Ant 4774 (largo fino)
- IMI 1 (largo fino)

El primero de los ensayos se sembró el 22/10/03 y la emergencia se produjo el 11/11/03

El segundo de los ensayos se sembró el 26/11/03 y la emergencia se produjo el 10/12/03

Ambos ensayos recibieron fertilización nitrogenada en cobertura previo a la inundación con una dosis de 90 kg de N/ha.

Se establecieron 3 densidades de siembra para lograr 150, 300 y 450 plantas/m², sin embargo se obtuvieron densidades diferenciales, debido a condiciones climáticas.

En el primero de los ensayos una importante lluvia de más de 90 mm produjo importantes niveles de encostramiento superficial lo que disminuyó el número de plantas logradas.

En el segundo caso se logró un alto número de plantas. Los valores del número de plantas para cada época, densidad y cultivar se muestran en los cuadros de resultados.

El diseño experimental empleado fue en parcelas divididas, en donde el cultivar representaba la parcela principal y la densidad la subparcela. Se evaluó la producción de biomasa, rendimiento y componentes.

Resultados y Discusión

PRIMERA EPOCA DE SIEMBRA

En el Cuadro 1 y 2 se muestran los valores de rendimiento y componentes para las diferentes densidades y líneas ensayadas en la primer época de siembra.

Los cultivares incrementaron el rendimiento por el aumento en la densidad de siembra ($P < 0.05$) (Cuadro 3). Se determinó interacción significativa densidad x cultivar en el porcentaje de vaneos ($P < 0.05$). Esta interacción se debió a un mayor vaneo en la línea 11786 con la menor densidad. La ocurrencia de este vaneo diferencial pudo estar asociada al gran tamaño de panoja que desarrolló y a la

dificultad para llenar la totalidad de esas espiguillas. Ant11417 e Imi1 presentaron niveles inferiores de vaneo respecto a Ant.4774.

Se observó también interacción densidad x cultivar en el número de espiguillas por metro cuadrado ($P < 0.05$). En la línea 11417 existe un efecto compensatorio en el número de espiguillas, el incremento en panojas determina una disminución en el tamaño de la misma.

La línea 11786 presenta para las densidades más bajas un igual número de espiguillas mientras que se incrementa significativamente con la densidad mas alta.

Para Ant4774 e Imi1 se producen aumentos significativos en el número de espiguillas por metro cuadrado con el aumento de densidad.

El número de panojas por metro cuadrado, se incrementó por aumento en la densidad . La materia seca total se incrementó con el mayor nivel de densidad. El mayor nivel de macollaje se produjo en la densidad más baja, y las espiguillas por panoja disminuyeron significativamente en la densidad 2 y 3 respecto de la 1. ($P < 0.05$)

Cuadro 3

La línea 11417 presenta el mayor peso de mil granos, la producción de materia seca resulta similar a Imi1 pero inferior a Ant4774 y Ant11786. El mayor nivel de macollaje fue presentado por Imi1 diferenciándose del resto de la líneas ($P < 0.05$)

Cuadro 4

Cuadro 1 Rendimiento, PMG, porcentaje de vaneo y materia seca total .a cosecha para las diferentes líneas y densidades en la primer epoca de siembra.

Variedad	Densidad Plantas/m2	Rendimiento Kg/ha	Peso de mil granos (g)	Vaneo (%)	Materia seca Total Kg/ha
11417	130	9089	30,3	14,3 a	16684
11417	181	9101	31,5	14,3 a	15908
11417	222	9360	31,6	11,7 a	16314
11786	136	8808	22,8	21,7 b	16984
11786	224	9571	23,5	14,9 a	18429
11786	308	10713	23,5	15,4 a	20967
4774	151	8227	24,3	19,5 b	15785
4774	215	9249	24,3	19,9 b	18057
4774	276	10987	22,7	23,6 b	22979
imi1	105	7634	22,3	16,8 a	14943
imi1	152	9011	23,0	14,8 a	17267
imi1	199	9786	23,2	16,6 a	18530

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

Cuadro 2 Macollaje, panojas/m², espiguillas por panoja y espiguillas/m² para las diferentes líneas y densidades en la primer época de siembra.

Variedad	Densidad	Macollaje	Panojas	Espiguillas	Espiguillas
	Plantas/m ²	Panojas/planta	m ²	/panoja	/m ²
11417	130	2,65	344	102	35004 a
11417	181	2,11	381	91	33691 a
11417	222	1,98	440	76	33595 a
11786	136	2,84	387	129	49527 d
11786	224	2,21	496	95	49358 d
11786	308	1,80	554	98	53787 e
4774	151	2,37	358	118	42140 b
4774	215	2,08	447	107	47542 c
4774	276	2,45	677	94	63351 f
imi1	105	3,93	413	103	41319 b
imi1	152	3,18	483	97	46027 c
imi1	199	2,57	511	98	50437 d

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

Cuadro 3 Efecto de densidad para el Rendimiento, número de panojas/m², Materia seca total a cosecha, macollaje y espiguillas/panoja en la primera época de siembra.

Variable	Densidad 1	Densidad 2	Densidad 3
Rendimiento	8455 a	9233 b	10084 c
Panojas/m ²	374 a	451 b	531 c
Materia seca	16156 a	17415 a	19242 b
Macollaje	2.88 a	2.39 b	2.21 b
Espiguilla/panoja	115 a	97 b	90 b

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

Cuadro 4 Peso de mil granos, materia seca total a cosecha y nivel de macollaje para las diferentes variedades en la primera época de siembra

Variedad	Peso de mil granos	Materia seca total	Macollaje
11417	31.26 a	16253 b	2.19 b
11786	23.27 bc	18521 a	2.34 b
4774	23.91 b	18453 a	2.28 b
imi1	22.91 c	17159 ab	3.14 a

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

Consideraciones sobre la primera época de siembra

Ant.11417: En esta línea se observó que la magnitud en el cambio del rendimiento por efecto de la densidad fue menor. El efecto compensatorio que presenta en el número de espiguillas por metro cuadrado muestra la capacidad de macollar en los niveles de densidad probados, pero con una disminución en el tamaño de la panoja. La diferencia de rendimiento hallada se produce principalmente por la composición de un peso de mil granos algo inferior en la densidad mas baja y una tendencia a presentar un menor vaneo en la densidad mayor.

Ant11786. Esta línea que presenta una alta capacidad de macollaje, presenta en la densidad más baja una tendencia a disminuir el peso de mil granos y un aumento en el vaneo. Como se comentó anteriormente la definición de panojas de gran tamaño en una condición de muy baja densidad puede generar incapacidad de llenar adecuadamente las espiguillas formadas. La definición del número de espiguillas totales por metro cuadrado resulta similar en la densidad 1 y 2 sin embargo se observa un incremento del rendimiento en la densidad intermedia respecto de la menor, el potencial resultaba semejante pero en la baja densidad no existió capacidad para completar el llenado las espiguillas formadas, expresado por el alto vaneo de esta línea en la baja densidad..

Ant4774 Esta variedad que si bien presentó su mayor rendimiento en la densidad mayor, se observó una tendencia a aumentar el vaneo y a reducir el peso de mil granos. A diferencia de Ant11786 su estructura no es tan erecta y presenta una alta proporción de hojas por encima de la panoja luego de la floración. Esta característica pudo generar una menor eficiencia para llenar completamente la totalidad de los destinos reproductivos definidos.

IMI1 Esta línea respondió linealmente a la densidad. Presenta una alta capacidad de macollaje. La exigencia en la densidad más baja a macollar pudo limitar la capacidad de llenado total de las espiguillas, así como lo muestra la tendencia a presentar un menor peso de mil granos. La densidad menor en esta línea , que fue la más baja de todo el ensayo, pudo mantener un estímulo del macollaje en forma continua generando tallos improductivos que también están relacionados con una menor eficiencia de llenado del tallo principal.

SEGUNDA EPOCA DE SIEMBRA.

En los cuadros 5 y 6 se muestran los valores de densidad, rendimiento, peso de mil granos , materia seca total a cosecha, macollaje, panojas por metro cuadrado, espiguillas por panoja y espiguillas por metro cuadrado.

No se hallaron diferencias significativas en la producción de materia seca a cosecha ($p > 0.05$)

Se hallaron diferencia en el rendimiento por efecto de la densidad, resultando la menor densidad la que produjo el mayor rendimiento, seguida por la densidad intermedia, y la mayor densidad produjo el rendimiento menor ($P<0.05$).

El número de panojas resultó mayor en a densidad más alta, diferenciándose de la densidad más baja, pero ambas no resultaron diferentes a la densidad intermedia ($P<0.05$)

El macollaje resultó superior en la densidad menor, y no se determinaron diferencias significativas entre la densidad intermedia y la mayor.

Se produjo una disminución en el número de espiguillas por panoja con el incremento de la densidad ($P<0.05$) (Cuadro 7)

El peso de mil granos fue superior en Ant11417, seguido por Ant11786 y Ant4774 que no fueron diferentes entre si, y el menor peso lo presentó IMI1 ($P<0.05$). El porcentaje de vaneo fue alto en Ant11786, semejante a Ant4774, esta línea no resultó diferente a Imi1, y Ant11417 presentó el menor valor. ($P<0.05$). En macollaje se destacó Ant11786 al igual que IMI1, presentó menor macollaje Ant.4774, y el menor fue el de Ant11417 ($P<0.05$).

El número de panojas por metro cuadrado resultó inferior en Ant11417 respecto del resto de la líneas. ($P<0.05$). El número de espiguillas por metro cuadrado resultó superior en Ant1786, similar a IMI1, esta última no resultó diferente a Ant4774, y el menor número lo presentó Ant11417 ($P<0.05$). (Cuadro 8)

Consideraciones de la segunda fecha de siembra.

Ant 11417. Los incrementos en densidad generaron un efecto compensatorio en el número de espiguillas por metro cuadrado. Al integrar los componentes de rendimiento la sumatoria de pequeñas ventajas(espiguillas, vaneo y peso de mil granos) en la densidad más baja posibilitaron la expresión de un mayor rendimiento.

Ant11786 El porcentaje de vaneo resultó algo menor en la densidad más baja lo que permitió la expresión de un mayor rendimiento. Se debe considerar que esta línea responde mejor a condiciones de mayor temperatura.

Cuadro 5 Densidad de plantas, rendimiento, peso de mil granos, porcentaje de vaneos y materia seca total para las líneas ensayadas en la segunda época de siembra.

Variedad	Densidad Plantas/m2	Rendimiento Kg/ha	Peso de mil granos (g)	Vaneos (%)	Materia seca Total Kg/ha
11417	317	6595	28,9	16,6	12995
11417	430	6390	29,4	14,9	12600
11417	586	6035	28,8	20,0	12777
11786	237	6638	23,1	24,4	14704
11786	358	5933	23,1	33,8	14148
11786	465	5873	22,5	39,3	16604
4774	304	5879	23,1	25,9	14266
4774	398	5936	22,8	27,7	14461
4774	489	5445	22,9	27,6	13424
lmi1	244	6276	21,9	21,4	13814
lmi1	351	5905	21,5	30,0	15624
lmi1	428	5517	21,6	23,2	14450

Cuadro 6 Macollaje, panojas por metro cuadrado, espiguillas por panoja y espiguillas por metro cuadrado para las líneas ensayadas en la segunda época de siembra.

Variedad	Densidad Plantas/m2	Macollaje Panojas/planta	Panojas m2	Espiguillas /panoja	Espiguillas /m2
11417	317	1,14	363	77	27392
11417	430	0,93	400	66	25629
11417	586	0,73	426	62	26357
11786	237	1,85	440	87	38374
11786	358	1,43	512	76	38877
11786	465	1,68	781	61	46325
4774	304	1,55	470	74	34281
4774	398	1,29	512	71	36228
4774	489	1,06	517	64	33036
lmi1	244	1,85	453	85	36842
lmi1	351	1,59	558	71	39902
lmi1	428	1,25	536	62	33548

Cuadro 7 Rendimiento, panojas por metro cuadrado, macollaje y espiguillas por panoja para las diferentes densidades en la segunda época de siembra

Variable	Densidad 1	Densidad 2	Densidad 3
Rendimiento	6331 a	6067 b	5760 c
Panojas/m ²	429 a	488 ab	556 b
Macollaje	1.56 a	1.28 b	1.13 b
Espiguilla/panoja	80.1 a	70.5 b	62.4 c

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

Cuadro 8 Peso de mil granos, porcentaje de vaneo, macollaje, panojas por metro cuadrado y espiguillas por metro cuadrado para las diferentes variedades en la segunda época de siembra

Variedad	Peso de mil granos	Vaneo %	Macollaje	Panojas /m ²	Espiguillas /m ²
11417	29.0 a	17.2 c	0.93 c	396 b	26459 c
11786	22.9 b	32.5 a	1.65 a	577 a	41192 a
4774	22.9 b	26.9 ab	1.32 b	497 a	34492 b
Imi1	21.6 c	25.1 b	1.60 a	513 a	37166 ab

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

Ant 4774 En esta línea la densidad baja e intermedia permitieron definir aunque no significativamente diferente un mayor número de espiguillas por metro cuadrado, y componiendo el rendimiento con el porcentaje de vaneo y peso de mil granos definió los mayores rendimientos en estas densidades.

IMI1 Para esta línea el menor vaneo y mayor peso de mil granos en la densidad menor definieron el mayor rendimiento.

Síntesis de ambas fechas de siembra

Las fechas de floración media resultaron el 18/02/04 para la primera fecha de siembra y el 16/03/04 para la segunda. La radiación disponible y la temperatura media para las fechas medias de acontecimientos fenológicos se muestran en el Cuadro 9

Cuadro 9

Ensayo	Emergencia a diferenciación		Diferenciación a floración		Floración a madurez	
	Radiación Ly	Temperatura media diaria	Radiación Ly	Temperatura media diaria	Radiación Ly	Temperatura media diaria
Primera fecha	29800	21.8	13500	24.9	13351	22.0
Segunda fecha	31178	23.7	11529	21.9	10667	22.4

La primera fecha mostró un valor promedio de espiguillas por metro cuadrado superior al de la segunda fecha, producido por la menor disponibilidad de radiación en el período diferenciación floración en el segundo momento de siembra. La disponibilidad mayor de radiación en el período de llenado en la primera época fue responsable del mayor peso de los granos en esta época. La menor temperatura en diferenciación floración en la segunda época sumado a la menor disponibilidad de radiación en el período de llenado contribuyó sin dudas al aumento en el porcentaje de vaneos en esta época de siembra.

El cambio a la segunda época de siembra manifestó una mayor sensibilidad al vaneos en la línea 11786, seguido por Ant4774. IMI1 también incrementó el vaneos, y la más tolerante fue Ant11417.

Para definir densidades de siembra en las líneas ensayadas se sugieren las siguientes orientaciones:

Ant11417 El rango de densidad para esta línea se ubica entre las 250 y 300 plantas por metro cuadrado. Mayores densidades generarían efectos compensatorios en el número de espiguillas por metro cuadrado con pocas expectativas de aumentar los rendimientos. Densidades inferiores puede conspirar en el peso de mil granos debido a una mayor exigencia sobre el macollaje.

Ant11786 Esta línea posee buena capacidad de macollaje y su condición de planta erecta permite penetración de luz para incrementar este componente. Densidades bajas generan panojas de gran tamaño que debido a su condición de planta erecta hace que la relación entre la capacidad de captación de luz y un gran número de espiguillas a llenar genera un desbalance induciendo vaneos. Densidades entre 300 a 350 plantas por metro cuadrado permitirían establecer densidades del orden de 500 panojas por metro cuadrado capaces de generar un óptimo rendimiento.

Ant4774 La densidad de plantas estimada para esta línea está en el orden de 300 plantas por metro cuadrado. Densidades superiores pueden afectar el llenado debido a una heterogénea distribución de luz en el canopeo por la característica de presentar una masa de hojas importante por encima de la panoja. Densidades inferiores limitan la expresión del potencial de rendimiento.

IMI1 Esta línea presenta una gran capacidad de macollaje permitiendo una mayor elasticidad en la densidad de siembra a emplear. Densidades en el orden de 250 a 300 plantas por metro cuadrado son suficientes para obtener altos rendimientos con el logro de alrededor de 500 panojas por metro cuadrado.

FERTILIZACIÓN DE LÍNEAS PROMISORIAS Y CULTIVARES DE ARROZ

Arguissain G⁽¹⁾; Malagrina G⁽¹⁾; Dri A⁽²⁾; Frank G⁽²⁾
(1)EEA INTA C. del Uruguay (2)Estudiantes en formación F.Cs. Agrarias UCU.

Objetivo: Evaluar la eficiencia de utilización del fertilizante y la composición del rendimiento para diferentes líneas y cultivares de arroz.

Materiales y Métodos:

La experiencia se realizó en el campo experimental de arroz de la EEA INTA C. del Uruguay.

El 24/10/04 se aplicó a todo el ensayo 25 kg de fosfato monoamónico/ha, y se incorporó.

El suelo presentó un contenido de materia orgánica de 2.01%, un contenido de nitrógeno total de 0.11% y fósforo disponible de 9,7 ppm.

La siembra se efectuó el 14/11/03 y la emergencia total del ensayo se produjo el 06/12/03.

La demora en la emergencia fue consecuencia de una intensa precipitación que produjo una situación de encostramiento, que se revirtió parcialmente con la aplicación de un baño el 27/11/03.

Las líneas y variedades empleadas fueron:

- RP2
- Supremo 13
- Taim
- Yeruá
- Ant.11417 (largo ancho)
- Ant. 11786
- Ant 4774
- IMI 1

Los tratamientos de fertilización fueron:

- Testigo sin tratar
- 45 kg de N/ha(fuente urea)
- 90 kg de N/ha(fuente urea)

La aplicación se realizó en preinundación el 23/12/03, y la inundación definitiva se efectuó el 26/12/03.

El tamaño de parcela fue de 2,4 m x 5 m. El diseño experimental fue en parcelas divididas resultando el cultivar la parcela principal y el tratamiento con nitrógeno la subparcela.

Se realizaron evaluaciones de producción materia seca, rendimientos y sus componentes.

El área de muestreo para materia seca y componentes fue de 1 m lineal y el rendimiento se evaluó sobre un área de 3,5 m².

Resultados y discusión

Las condiciones de encostramiento mencionadas determinaron que algunos cultivares presentaran un número de plantas inferior al estimado (300 plantas/m²). Esta característica debe ser tenida en cuenta para el análisis de los resultados.

El número de plantas para las diferentes líneas y cultivares se muestran en el cuadro 1

Cuadro 1 Plantas/m² para las diferentes líneas y cultivares

Variedad	Testigo
RP2	230
Supremo 13	237
Taim	198
Yeruá	180
Ant 11417	198
Ant 11786	180
Ant 4774	186
IMI 1	162

El agregado de fertilizante produjo un incremento significativo (P<0.05) del rendimiento, también se observó un rendimiento diferente entre líneas y cultivares. Los valores de rendimiento se muestran en el Cuadro 2

Cuadro 2 Rendimiento en grano (kg/ha) para las diferentes líneas y cultivares

Variedad	Testigo	45 kg N/ha	90 kg N/ha	Promedio Variedad
RP2	6822	8147	9074	8014 a
Supremo 13	7088	7561	8333	7661 ab
Taim	6077	7140	7059	6758 c
Yeruá	4772	4837	6893	5501 e
Ant 11417	5068	6051	6890	6003 de
Ant 11786	4981	6294	7744	6340 cd
Ant 4774	5424	6219	7098	6247 cd
IMI 1	6185	6879	9044	7369 b
Promedio Fertilizante	5802 a	6641 b	7767 c	

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

Los cultivares RP2 y Supremo 13 presentaron los mayores valores de rendimiento promedio, seguidos por IMI1 y luego por Taim, Ant 11786 y Ant 4774. Las variedades largo ancho presentaron los menores rendimientos destacándose Ant 11417 quien a su vez presentó rendimientos semejantes a las otras líneas procedentes de cultivo de anteras (Ant).

Coincidentemente RP2 y Supremo 13 presentaron el mayor rendimiento pero también un valor mayor en el número de plantas logradas (Cuadro 1), por lo que esta última característica pudo favorecer la expresión del mayor rendimiento.

El número de espiguillas por metro cuadrado también presentó diferencias significativas por efecto del fertilizante y variedad ($P < 0.05$) los valores se muestran en el Cuadro 3

Supremo 13 y Taim presentaron el mayor número de espiguillas por m². Si bien el número de espiguillas entre estos cultivares resultó similar, el cultivar Taim se vio mucho más afectado por vaneos (Cuadro 4) y presentó un peso de mil granos inferior (Cuadro 5).

Los valores de espiguillas por metro cuadrado resultaron también similares para RP2, Ant 11786 y Ant 4774, la diferencia en rendimiento entre estos cultivares se debió al mayor vaneos que presentó Ant 4774 y al menor peso de mil granos de ambas líneas respecto del RP2. Durante el período de llenado de granos se produjo un bajo nivel de radiación incidente, lo que pudo ser determinante en la definición del peso de mil granos de las líneas de anteras mencionadas, ya que el valor que presentaron fue inferior al peso desarrollado en condiciones de buena disponibilidad (peso de mil granos normal Ant 4774 = 25.8 g).

Cuadro 3 Espiguillas/m² para las diferentes líneas y variedades

Variedad	Testigo	45 kg N/ha	90 kg N/ha	Promedio Variedad
RP2	27909	33757	38492	33386 c
Supremo 13	40953	44583	56308	47282 a
Taim	36943	46484	51427	44952 a
Yerúa	16479	16942	25581	19668 e
Ant 11417	18634	23256	28393	23428 d
Ant 11786	24640	31767	40843	32417 c
Ant 4774	26357	31453	37103	31632 c
IMI 1	32604	36258	47767	38871 b
Promedio Fertilizante	28065 a	33060 b	40740 c	

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

El valor similar de espiguillas por metro cuadrado que presentaron las líneas de anteras 11786, 4774 respecto de RP2, muestra una buena respuesta al fertilizante para macollar (Cuadro 6) de las líneas considerando el menor número de plantas iniciales que presentaron y a la definición de panojas de mayor tamaño en el caso particular de Ant 4774. (Cuadro 7).

Cuadro 4 Porcentaje de vaneo de las diferentes líneas y cultivares.

Variedad	Testigo	45 kg N/ha	90 kg N/ha	Promedio Variedad
RP2	10.7	11.9	15.5	12.7 d
Supremo 13	19.9	20.7	30.0	23.5 b
Taim	21.3	26.3	33.2	26.9 a
Yeruá	13.8	15.4	19.5	16.2 c
Ant 11417	11.7	13.6	16.5	13.9 cd
Ant 11786	9.7	11.4	16.0	12.3 d
Ant 4774	13.7	17.8	20.1	17.2 c
IMI 1	15.9	15.8	14.7	15.4 cd
Promedio Fertilizante	14.6 c	16.6 b	20.7 a	

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

Cuadro 5 Peso de mil granos (g) de las diferentes líneas y cultivares.

Variedad	Testigo	45 kg N/ha	90 kg N/ha	Promedio Variedad
RP2	27.4	27.3	28.0	27.5 c
Supremo 13	21.6	21.5	21.4	21.5 f
Taim	21.0	21.0	20.6	20.9 g
Yeruá	33.6	33.8	33.6	33.6 a
Ant 11417	30.9	30.1	29.0	30.0 b
Ant 11786	22.4	22.5	22.6	22.5 e
Ant 4774	23.8	24.1	24.0	24.0 d
IMI 1	22.6	22.7	22.3	22.5 e
Promedio Fertilizante	25.4	25.4	25.2	

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

Cuadro 6 Panojas por metro cuadrado de las diferentes líneas y variedades.

Variedad	Testigo	45 kg N/ha	90 kg N/ha	Promedio Variedad
RP2	344	421	443	403 c
Supremo 13	489	477	643	536 a
Taim	422	516	610	516 ab
Yeruá	229	209	309	249 e
Ant 11417	312	322	341	325 d
Ant 11786	240	312	444	332 d
Ant 4774	277	333	352	321 d
IMI 1	435	430	567	478 b
Promedio Fertilizante	343 a	378 b	464 c	

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

Cuadro 7 Espiguillas por panoja de las diferentes líneas y variedades.

Variedad	Testigo	45 kg N/ha	90 kg N/ha	Promedio Variedad
RP2	81	81	87	83 bc
Supremo 13	86	94	87	89 b
Taim	89	90	86	88 b
Yeruá	72	81	81	77 cd
Ant 11417	61	73	84	73 d
Ant 11786	104	102	96	100 a
Ant 4774	95	94	105	98 a
IMI 1	77	87	85	82 bc
Promedio Fertilizante	83 a	87 ab	89 b	

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

La variable materia seca total producida no presentó diferencias significativas por efecto de variedad, y sí se hallaron diferencias por efecto del agregado de nitrógeno. Los valores promedios de materia seca total según los tratamientos de fertilización se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8 Materia seca total (g/m²)

Variable	Testigo	45 kg N/ha	90 kg N/ha
M. S. Total	1401 a	1611 b	1849 c

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

Si consideramos que se produjeron valores similares de materia seca total para las diferentes variedades, pero por otra parte se obtuvieron rendimientos diferentes, los índices de cosecha resultaron diferentes entre variedades, los mismos se muestran en el Cuadro 9

Cuadro 9

Variedad	Índice de cosecha
RP2	0.54 ab
Supremo 13	0.48 d
Taim	0.45 e
Yeruá	0.52 bc
Ant 11417	0.52 bc
Ant 11786	0.56 a
Ant 4774	0.50 cd
IMI 1	0.51 c

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

Los cultivares Supremo 13 y Taím se caracterizaron por presentar los valores más bajos de índice de cosecha, esto se asocia con un ciclo mayor y un mayor desarrollo vegetativo. RP2 y Ant 11786 por otra parte presentaron los mayores valores, estas son plantas erectas de ciclo similar. Ant4774 si bien presenta una estructura erecta, las hojas superiores se inclinan con mayor provisión nitrogenada y con hojas mas anchas particionando una mayor proporción de materia seca a la parte vegetativa. IMI1 es erecta pero particiona a un gran número de macollos.

La línea 11417 y el cultivar Yeruá, ambos de tipo largo ancho presentaron valores semejantes de índice de cosecha, sin embargo es importante mencionar que el cultivar Yeruá presentó vuelco en las parcelas con mayor nivel de nitrógeno, distribuyendo su biomasa en altura, diferenciándose de Ant11417 que presenta bajo porte. Esto se confirma con los valores de altura desarrollado por las diferentes variedades.(Cuadro10)

Cuadro 10 Altura en cm para las líneas y cultivares ensayados

Variedad	Testigo	45 kg N/ha	90 kg N/ha	Promedio Variedad
RP2	78	84	92	85 b
Supremo 13	71	76	80	76 de
Taím	71	75	77	75 de
Yeruá	100	109	111	107 a
Ant 11417	71	72	77	74 e
Ant 11786	76	80	80	78 cd
Ant 4774	76	80	84	80 c
IMI 1	71	75	77	74 e
Promedio Fertilizante	77 a	81 b	85 c	

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

Los valores de eficiencia de conversión del fertilizante a grano se muestran en el Cuadro 11

Cuadro 11 Kg de arroz /Kg de N aplicado para las diferentes líneas y variedades.Eficiencia calculada respecto del testigo sin N.

Tratamiento	RP2	Supremo	Taím	Yeruá	11417	11786	4774	IMI 1
45 kg N	29.4	10.5	23.6	1.4	21.9	29.2	17.7	15.4
90 kg N	25.0	13.8	10.9	23.6	20.2	30.7	18.6	31.8

Se debe aclarar que en el siguiente análisis la interpretación es la siguiente: el tratamiento de 90 kg de N/ha es como si se efectuara el tratamiento de 45 kg de N/ha más un adicional de otros 45 kg de N/ha.

Los cultivares RP2, Taím, y Ant.11417 presentaron valores de eficiencia para la dosis de 90 kg de N/ha con tendencia a disminuir, esto sugiere que los 45 kg de fertilizante por hectárea adicional respecto de la dosis de 45 kg/ha resultaron menos eficientes.

Por otra parte Supremo 13, Yeruá, Ant11786, Ant4774 e IMII la eficiencia mostró una tendencia en alza. Por ello el agregado de los 45 kg de N adicional en el tratamiento de 90 Kg de N/ha presentaron una mayor eficiencia que los primeros 45 kg. En general en estos cultivares el agregado extra de nitrógeno propició un aumento del macollaje y/o un aumento del tamaño de la panoja sugiriendo la posibilidad que ante un incremento en la densidad de plantas es posible obtener un mejor comportamiento al agregado de nitrógeno.

Las modificaciones generadas por la fertilización en la composición del rendimiento de las diferentes variedades y líneas fue la siguiente:

RP2: Estimula la formación de panojas, y en la mayor dosis el número de espiguillas por panoja. En términos generales mostró una alta eficiencia en el uso del fertilizante.

Supremo 13: La menor dosis estimula el tamaño de la panoja, y el agregado extra de nitrógeno promueve un mayor número de panojas, pero reduciendo el tamaño. La eficiencia de uso del fertilizante fue reducida pero se debe considerar que el rendimiento sin el agregado de fertilizante fue elevado.

Taím: El agregado de nitrógeno aumenta linealmente el número de panojas, pero con la dosis mayor de nitrógeno al aumentar el número de panojas disminuye su tamaño, sin generar aumentos en el rendimiento. Este cultivar presenta un requerimiento medio de fertilizante.

Yeruá: La dosis de 45 kg de N permite incrementar sensiblemente el número de espiguillas por panoja. la dosis mayor de N genera un estímulo en la formación de panojas y manteniendo el tamaño de las mismas respecto a la dosis media. Particularmente la mejor eficiencia se observó con alta dosis de fertilizante, sin embargo esto genera serios problemas de vuelco.

Ant11417: El componente mayormente afectado es el tamaño de la panoja definiendo un mayor número de espiguillas. La mayor eficiencia fue al agregado medio de fertilizante, aunque es posible aumentar los rendimientos con una dosis adicional.

Ant11786.El agregado produce un gran estímulo de macollaje pero reduce el tamaño de la panoja. Responde bien y con eficiencia a altas dosis de N

Ant 4774. Su comportamiento es similar a RP2, con un estímulo del número de panojas, y ante un agregado adicional un incremento en el tamaño de la misma. Presenta una eficiencia media al agregado de fertilizante aunque pudo no haberse magnificado por presentar una baja densidad de plantas. Se puede obtener mayores eficiencias superando la dosis media de fertilizante

IMI1. La dosis de 45 kg de N/ha aumenta el tamaño de la panoja, y el agregado adicional estimula el número de panojas y el tamaño de las mismas. Responde con alta eficiencia a altas dosis nitrogenadas.

En lo mencionado precedentemente respecto a aumento en el número de panojas y reducción del número de las mismas es importante aclarar que no se produjeron efectos compensatorios ya que el número total de espiguillas en todos los casos se incrementó por el agregado creciente de nitrógeno (Cuadro 3)

Consideraciones finales:

Los cultivares ensayados mostraron una respuesta positiva al agregado de N, aún considerando que la fecha de emergencia del ensayo no fue óptima. Es importante considerar para estas situaciones que la disponibilidad de radiación así como las temperaturas resultan inferiores a las disponibles en fecha óptima de siembra. Las disminuciones de radiación y temperatura afectan el llenado generando una disminución del peso de mil granos o bien un aumento de porcentaje de granos vanos, lo que no permite una clara expresión del potencial de rendimiento.

La línea Ant11417 presenta una mejor performance que el cultivar Yeruá ya que es posible manejarlo en suelos de mayor fertilidad sin problemas de vuelco. Requiere de fertilización para definir panojas de buen tamaño.

La línea Ant4774 presenta un comportamiento semejante a RP2, con eficiencias algo inferiores en el uso del fertilizante.

Ant11786 es un genotipo muy erecto con buena habilidad macolladora indicando aplicaciones tempranas para estimular este componente de rendimiento y lograr un cierre más rápido del cultivo. Presenta alta eficiencia aún con altas dosis de fertilización nitrogenada.

IMI1 responde con elevada eficiencia a altas dosis de fertilizante estimulando macollaje y tamaño de panoja. Las aplicaciones deber realizarse temprano.

SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS EN LÍNEAS PROMISORIAS DE ARROZ

Arguissain G⁽¹⁾; Malagrina G⁽¹⁾

(1)EEA INTA C. del Uruguay

Objetivo: Evaluar la fitotoxicidad sobre el rendimiento, macollaje, y síntomas visuales en líneas promisorias de arroz.

Materiales y Métodos:

El ensayo se efectuó en el campo experimental de arroz de la EEA INTA C. del Uruguay

La siembra se efectuó el 22/10/03 y la emergencia se produjo el 11/11/03

El diseño experimental fue en parcelas divididas en donde el cultivar representó la parcela principal y los tratamientos con herbicida la subparcela, cada subparcela presentó un testigo apareado sin aplicación de herbicida. El tamaño de parcela fue de 4 m²

Se emplearon 3 líneas promisorias y un cultivar a saber:

- Ant 11417
- Ant 11786
- Ant 4774
- RP2.

Los tratamientos de herbicida ensayados fueron:

- Clomazone 1 l p.c./ha en pre-emergencia (30/10/03)
- Clomazone 0.8 l p.c./ha en post-emergencia (03/12/03)
- Facet + propanil 1,5+4 l p.c./ha (03/12/03)
- Nominee 0.120 l p.c./ha (03/12/03)

Al momento de la aplicación del pre-emergente, se aplicó al resto del ensayo Herbadox a razón de 4 l/ha a los efectos de evitar la interferencia inicial con malezas en los tratamientos de post emergencia así como en los testigos apareados.

Se realizaron evaluaciones visuales de fitotoxicidad el 20/11/03 en las aplicaciones preemergentes, el 16/12/03, el 28/12/03, y el 08/01/04 en todos los tratamientos. El valor de fitotoxicidad se presenta como valor de toxicidad media de todas las determinaciones.

Se evaluó el número de tallos el 22/01/04.

Se evaluó porcentaje de floración el 19/02/04.

Se efectuó la evaluación de rendimiento sobre 4 surcos centrales por 1 m de longitud.

Resultados y discusión

No se hallaron diferencias significativas en el rendimiento por efecto de tratamientos ni interacción variedadxherbicida. El número de tallos tampoco resultó diferente, al igual que el porcentaje de floración. Los valores se muestran en el cuadro 1. Información proporcionada en los Resultados Experimentales 1994-1995 Vol IV, se muestra efectos de fitotoxicidad de Clomazone del orden del 9% y en algunas variedades este valor resultaba aún superior, en el caso de Facet fue del orden del 4%. En este ensayo dos tratamientos resultaron superiores a esos valores, aunque como se mencionara anteriormente no resultaron diferentes estadísticamente. Los tratamientos fueron la aplicación de Command pre-emergente en Ant11417, y la aplicación de Facet + propanil en Ant 11786 con reducciones del 11 y 15% respectivamente. Este resultado sugiere mantener precaución en la aplicación hasta realizar nuevas evaluaciones, aunque surge para el caso particular de Ant11786 con Facet + propanil que la disminución fuera netamente debida al azar ya que este herbicida se caracteriza por no manifestar efectos fitotóxicos severos en arroz..

Cuadro 1

Variedad	Tratamiento	Rendimiento Kg/ha		% floración al 19/02		Tallos/0.25 m2	
		Tratado	Testigo	Tratado	Testigo	Tratado	Testigo
Ant11417	Com pre	7481	8489	70	72	158	170
Ant11417	Com post	8555	8325	58	63	151	173
Ant11417	Facet + P	8910	8049	63	67	157	171
Ant11417	Nominee	9193	8205	72	72	139	160
Ant11786	Com pre	8277	8477	40	53	195	211
Ant11786	Com post	7065	7636	34	35	201	193
Ant11786	Facet + P	6628	7850	38	43	194	196
Ant11786	Nominee	7964	7814	38	43	203	168
Ant4774	Com pre	9646	9253	40	40	183	190
Ant4774	Com post	7725	8085	28	32	193	194
Ant4774	Facet + P	8240	8951	33	30	200	199
Ant4774	Nominee	8747	9214	24	33	184	202
RP2	Com pre	9658	8734	28	32	180	200
RP2	Com post	9891	10403	26	43	199	210
RP2	Facet + P	9112	9354	40	40	195	193
RP2	Nominee	9512	9692	23	40	191	183

La reducción en el número de tallos no se correspondió con las reducciones en rendimiento, por lo que no se puede atribuir a que la tendencia a disminuir los tallos presentada en algunos tratamientos afecten la productividad.

Los mayores retrasos detectados en el porcentaje de floración se produjeron en Ant11786 Command preemergente, y en RP2 con Command postemergente y Nominee, que tampoco manifestaron una relación sostenida con la disminución del rendimiento.

Los valores medios de fitotoxicidad por observación visual se muestran en el cuadro 2. En los tratamientos con Command se evaluó fundamentalmente la clorosis particular que produce y en los restantes tratamientos reducción del crecimiento vegetativo.

Cuadro 2

	Ant 11417	Ant 11786	Ant 4774	RP2
Command Pre	5	14	6	11
Command Post	9	24	17	21
Facet + Propanil	1	0	0	0
Nominee	7	7	4	5

El tratamiento que manifestó mayores síntomas de fitotoxicidad fue Command postemergente. En términos de intensidad y la forma en que manifestaron síntomas los herbicidas, Ant11786 presenta un patrón similar a RP2, y Ant4774 a Ant11417. Es importante considerar que el ensayo fue conducido sin que se produjeran niveles de estrés hídrico o nutricionales, por lo que para estas condiciones de manejo se puede concluir que no se produjeron disminuciones significativas del rendimiento por efecto de fitotoxicidad de los herbicidas en las líneas ensayadas.

MANEJO
DEL
CULTIVO DE ARROZ

ROTACIONES EN SUELOS ARROCEROS: RESULTADOS 2003-2004

De Battista, J., Wilson M., Cerana, J. Benintende, M.; Benintende, S., Arias, N., Díaz, E., Alvarez, C., Muller, H., y García, A.

Introducción

En las zonas arroceras del este de Entre Ríos se produjeron profundos cambios productivos en las últimas dos décadas; desde mediados de la década de los 80 el arroz que se cultivaba sobre campos naturales o retornos de 5-6 años sobre comunidades serales de gramíneas estivales se integró en rotaciones con pasturas de gramíneas y leguminosas sembradas en cobertura acortando período de uso ganadero a 3 o 4 años e intensificando la producción ganadera de solo cría a ciclo completo con recría e invernada y logrando altos rendimientos de arroz luego de la pastura. A partir de 1992 la mayor rentabilidad de los cultivos de granos, principalmente arroz y soja inició un proceso de agriculturización con predominio del arroz hasta 1998 y de la soja a partir del 2000 (De Battista *et al* 2001).

En este marco se hace necesario producir referencias locales sobre la evolución del suelo en cuanto al comportamiento físico, químico y biológico bajo distintas secuencias de cultivos y elaborar indicadores de calidad de suelo y criterios de manejo con el fin planificar un uso sustentable del mismo. Para esto se requieren trabajos de mediano y largo plazo sobre los mismos lotes para lo cual la Fundación Proarroz implementó el Campo Experimental de Rotaciones en San Salvador y se elaboró un proyecto multidisciplinario cuyos resultados luego cinco años en los que se completó el primer ciclo de la rotación se presentan en este trabajo.

En esta comunicación se presentan los resultados obtenidos en cuanto a los cambios en distintos parámetros de suelo y el efecto de los diferentes manejos del suelo sobre la producción del cultivo de arroz.

Materiales y Métodos

El Campo Experimental de Rotaciones de San Salvador se implementó en un lote típico de la zona en el que predomina la serie de suelos Don Guillermo (Peluderte árgico) con escaso uso agrícola y que permaneció como campo natural los quince años previos al primer cultivo de arroz en 1999/2000 en todo el lote a partir del cual se implementaron las siguientes rotaciones.

Campana	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
1999-00	Arroz	Arroz	Arroz	Arroz
2000-01	Soja	Soja	Arroz	Moha-Pradera
2001-02	Arroz	Maíz	Arroz	Pradera
2002-03	Soja	Soja	Arroz	Pradera
2003-04	Arroz	Arroz	Arroz	Arroz

Durante las cinco campañas se evaluaron parámetros físicos, químicos y biológicos en el suelo a la cosecha de cada cultivo, la producción de granos y de rastrojo y el aporte y extracción de nutrientes.

En la campaña 2003-04, al término del primer ciclo de rotación, se sembró arroz en todas las secuencias. Las labores culturales fueron: rastra de discos pesada, niveladora, rastra de discos y rastrón en los lotes 3 y 4 provenientes de arroz y pastura respectivamente, mientras que en los lotes 1 y 2 provenientes de soja no se realizaron labranzas, salvo la construcción de las taipas. En el barbecho las malezas se controlaron con glifosato y 2,4 D. La siembra se realizó el 16 de octubre con el cultivar RP2 con 185 kg/ha de semilla y 50 kg/ha de FDA (18-46-0) como fertilización de base. El 29 de diciembre al inicio de diferenciación se aplicaron 60 kg de urea (46-0-0) en cobertura.

Durante la estación de crecimiento se realizaron muestreos de biomasa aérea cada 15-21 días a partir de macollaje. Muestras de 0,25 m² por repetición. La absorción de N, P y K se calculó con la producción de biomasa aérea y análisis de tejidos separando tallos, hojas y panojas. La capacidad del suelo para suministrar nitrógeno y la dinámica de la mineralización se evaluó mediante la técnica propuesta por Raison *et al* (1987) modificada por Beecher *et al* (1994) consistente en la instalación de tubos de mineralización de 10 cm de diámetro y 70 cm de alto (8 por lote) enterrados 15 cm. La superficie del agua dentro del tubo se cubre con parafina líquida para minimizar la oxigenación y consecuentes pérdidas por desnitrificación. El extremo superior del tubo se tapó para evitar la entrada de luz, crecimiento de algas y de agua de lluvia. Cada 15-20 días se muestreó dentro del tubo y a 20-30 cm de distancia fuera del mismo. La mineralización neta se calculó mediante el N mineral acumulado dentro del tubo comparado con el que existía fuera del tubo en el muestreo previo: $N_{min} = N_{tubo_{t+1}} - N_{suelo_t}$. En este trabajo se presenta la mineralización acumulada.

Resultados

Parámetros físicos

La estabilidad de agregados, evaluada mediante los índices de Hénin: índice de inestabilidad (Is) y el K de percolación luego de cuatro años de diferentes rotaciones. El Is muestra la pérdida de estabilidad estructural asociada a la disminución del contenido orgánico debida principalmente al laboreo y una alta tasa de mineralización respecto a los aportes de rastrojo (Figura 1a).

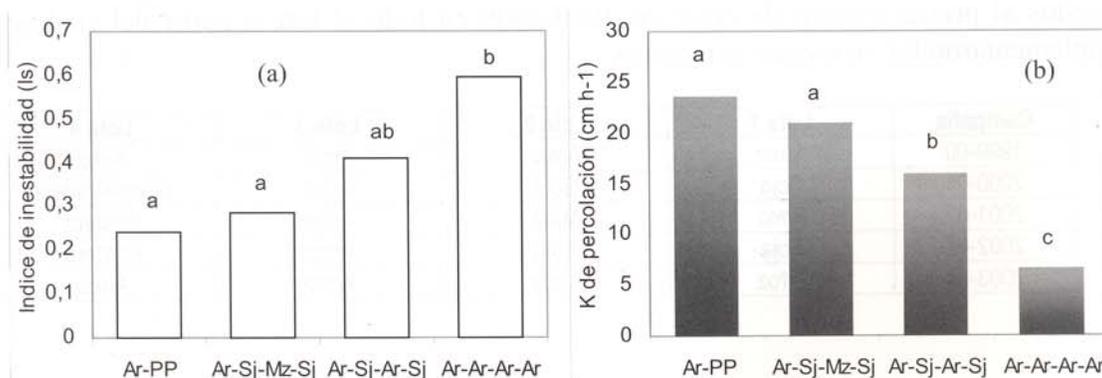


Figura 1. Efecto de las rotaciones sobre los índices de Hénin. (a) Inestabilidad estructural (b) El K de percolación (Figura 1b) muestra el mismo ordenamiento de las rotaciones que el Is en cuanto al deterioro de la estructura pero en ese caso el monocultivo de arroz presenta un mayor deterioro que las otras rotaciones agrícolas debido al aumento en el contenido de sodio intercambiable por el agua de riego que favorece la dispersión de los agregados como fue demostrado en trabajos previos (Wilson *et al*, 2001, Wilson, 2003).

La cosecha del arroz con el suelo saturado que provoca compactación por el tránsito de las cosechadoras y los carros volveros en un 30 % de la superficie. En las huellas el suelo pierde la macroporosidad lo que afecta la infiltración y la aëricación. Este deterioro del estado estructura también fue puesto de manifiesto mediante mediciones de resistencia a la penetración y el trazado de líneas de isorresistencia que permitieron delimitar zonas compactadas de 15 cm de profundidad, coincidentes con las huellas, con valores próximos a los 2 Mpa que limitarían el crecimiento radicular de la mayoría de los cultivos (De Battista *et al*, 2003).

Evolución de los parámetros químicos.

El contenido de MO disminuyó en forma brusca, de 5,65 % al iniciar el ciclo agrícola a valores estabilizados en 4,40 % a partir del tercer año, presentando similar comportamiento el monocultivo de arroz, a pesar de ser un sistema con elevados aportes de rastrojo. El nitrógeno total mostró la misma tendencia que la materia orgánica (Tabla 1).

El N potencialmente mineralizable en incubaciones anaeróbicas (IA) fue el indicador que mostró mayor sensibilidad para poner de manifiesto el efecto de las rotaciones. Mientras que para los indicadores tradicionales (MO y N total) la disminución fue de alrededor del 25 %, para el N mineralizable llegó hasta el 40 % (Tabla 1). Estos resultados son coincidentes con los encontrados por Morón (2003). Para estos parámetros la rotación con pastura presentó os mejores valores desde el punto de calidad de suelo con valores cercanos al inicial.

Tabla 1 . Contenido de materia orgánica, nitrógeno total y N potencialmente mineralizable al cuarto año de ensayo. VR valores relativos al contenido inicial.

Rotación	%M.O.		%Ntotal		N mineralizable (IA)	
	%	VR	%	VR	ppm	VR
Ar-PP	4,76	84	0,209	95	199	94
Ar-Sj-Mz-Sj	4,38	78	0,161	73	149	70
Ar-Sj-Ar-Sj	4,57	81	0,185	84	127	60
Ar-Ar-Ar-Ar	4,41	78	0,172	78	129	61

Ar: arroz, Sj: soja, Mz: maíz, PP: pradera pluriannual

El monocultivo de arroz (lote 3) produjo el mayor aporte de rastrojo con aproximadamente 21 t/ha en las cuatro campañas lo que representa un aporte anual de carbono de algo más de 3 t/ha/año, 35 % más que en las otras rotaciones agrícolas. A pesar de ello, en esta situación se registró la mayor pérdida de carbono orgánico. En efecto, en las cuatro campañas se perdieron 15,5 t de C/ha sobre un total inicial 93,2 t de C/ha debido a la intensa mineralización provocada por el laboreo anual que requiere el monocultivo de arroz.

Tabla 2. Rendimiento y aporte de rastrojo de las rotaciones agrícolas.

Campaña	Lote 1 (Ar-Sj-Ar-Sj)			Lote 2 (Ar-Sj-Mz-Sj)			Lote 3 (Ar-Ar-Ar-Ar)		
	Cultivo	Rend	Ras	Cultivo	Rend	Ras	Cultivo	Rend	Ras
1999-00	Arroz	5130	4352	Arroz	5130	4352	Arroz	5130	4352
2000-01	Soja	2606	2132	Soja	2400	1963	Arroz	6423	5336
2001-02	Arroz	4647	4465	Maíz	4800	4500	Arroz	4517	3317
2002-03	Soja	3262	2666	Soja	3617	2805	Arroz	200	7945
Total 4 cultivos		15645	13615		15947	13620		16270	20950
Ras kg/ha/año		3911	3404		3987	3405		4068	5238
C kg/ha/año			1974,2			1974,9			3037,8

La biomasa microbiana que representa solo una pequeña parte del total del carbono orgánico pero juega un rol central en la dinámica del mismo suele ser utilizada indicador de los cambios producidos por el manejo del suelo muestra la misma tendencia que el C orgánico (Tabla 3). Por otra parte, tanto el contenido de N como la relación C:N de la biomasa mostró un enriquecimiento en N en la rotación con pastura con respecto a las rotaciones agrícolas.

Tabla 3. Efecto de las rotaciones sobre la biomasa microbiana.

	CBM $\mu\text{g/g}$	NBM $\mu\text{g/g}$	C:N BM
Lote 1 Ar-Sj-Ar-Sj	358,2 c	40,4 b	5,04 ab
Lote 2 Ar-Sj-Mz-Sj	496,0 ab	92,0 b	5,43 ab
Lote 3 Ar-Ar-Ar-Ar	376,1 bc	63,3 b	6,02 a
Lote 4 Ar- Pastura	604,7 a	182,4 a	3,32 b

Valores seguidos de letras difieren ($P < 0,05$).

Mediciones en el cultivo de arroz.

Se evaluó el crecimiento mediante 8 muestreos de biomasa aérea entre macollaje y cosecha, en cada fecha se tomaron cuatro muestras de 0,20 m² de cada lote. En la Figura 2 se observa que el mayor crecimiento se logró los lotes que tuvieron un solo cultivo de arroz en la rotación lote 4 (pastura) y lote 2 (maíz y soja) que se diferencian significativamente ($P < 0,05$) del lote 3 con monocultivo de arroz, mientras que el lote 1 (arroz-soja) tuvo un comportamiento intermedio.

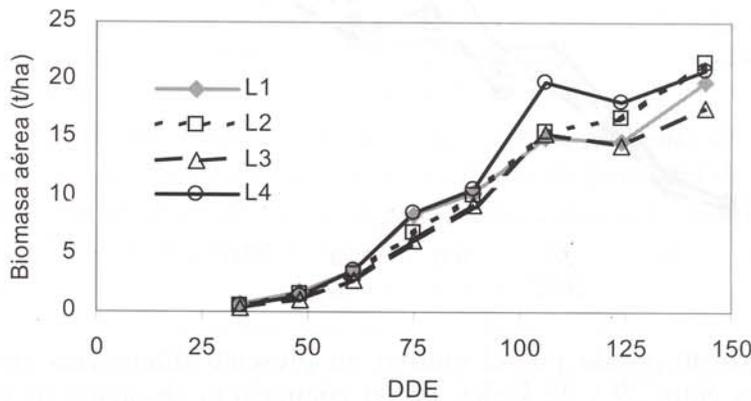


Figura 2. Curva de crecimiento de arroz cultivar RP2 en las cuatro secuencias de cultivo

A la madurez se cosecharon 4 muestras por lote de 3,2 m² cada una. El rendimiento medio fue de 5347 kg/ha con un C.V. de 14,7 % (Figura 3). El lote 2 presentó el mayor rendimiento con 6412 kg/ha y el lote 3 con monocultivo de arroz el menor. El lote 4 a pesar de presentar una excelente producción de biomasa y de espiguillas/m² no se tradujo en rendimiento debido un elevado vaneo (34,5 % vs 15 a 20 % en los otros lotes). No hubo diferencias en el peso de mil granos.

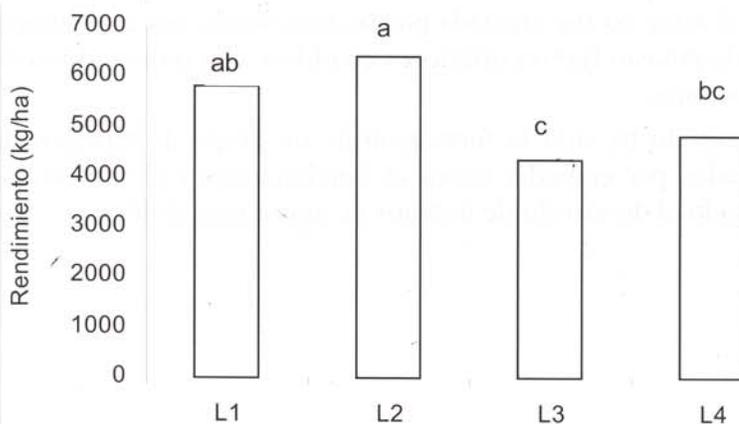
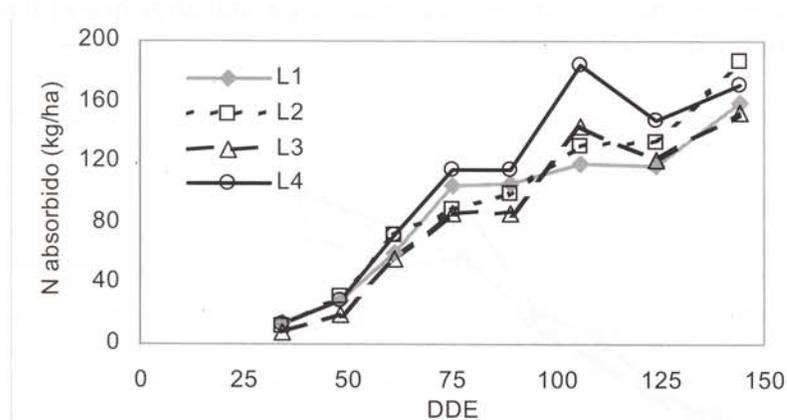


Figura 3: Rendimiento en las diferentes rotaciones. Valores seguidos de letras difieren ($P < 0,05$).

La absorción de nitrógeno muestra una tendencia similar a la curva de crecimiento con un máximo de 187 kg/ha en el lote 2 el de mayor rendimiento un mínimo en el lote 3 con 153 kg de N/ha. La eficiencia en el uso del nitrógeno fue relativamente alta en los lotes 1 y 2 con 36,5 y 34,3 kg de arroz/ kg de N absorbido y baja en los lotes 3 y 4 con solo 28,3 kg de arroz/ kg de N absorbido debido al mayor % de granos vanos.



La cantidad de fósforo absorbido por el cultivo no presentó diferencias entre las rotaciones, con valores entre 29 y 36 kg/ha. Por el contrario la absorción de potasio presentó diferencias entre las rotaciones siendo máxima en el lote 4 proveniente de pastura con 164 kg/ha y mínima en el lote 3 arroz continuo, con 125 kg/ha, mientras que los lotes 1 y 2 presentaron un valor intermedio de 142 kg/ha.

Comentario final

Los índices de Inestabilidad y K de percolación de Hénin y el nitrógeno potencialmente mineralizable mostraron buena sensibilidad para marcar la diferencia entre las rotaciones y pueden ser utilizados como indicadores de calidad de suelo

La absorción de fósforo por el arroz no fue afectada por las rotaciones, por el contrario la absorción de nitrógeno y de potasio fueron inferiores en el lote con monocultivo de arroz respecto a las otras rotaciones.

Un importante logro del proyecto ha sido la formación de un grupo de técnicos de distintas disciplinas preocupados por entender mejor el funcionamiento de los suelos bajo de arroz que ha posibilitado el desarrollo de trabajos de ajuste metodológico.

Bibliografía

- Beecher H. G., Thompson J. A., Bacon P. E. and Heenan D. P.(1994). Effect of cropping sequences on soil nitrogen levels, rice growth, and grain yields. Australian Journal of. Experimental Agriculture, 34: 977-86
- De Battista, J., Cerana, J., Pozzolo, O., Wilson M.,. Arias, N. y Rivarola, S.2003. Modificaciones en las propiedades físicas de los suelos de Entre Ríos (Argentina) por el uso arrocero. En CD Actas 3º Conferencia Internacional de Arroz Templado. Punta del Este. ROU 10-13 marzo de 2003.
- De Battista, J., Arias, N., Pozzolo, O., Pitter, E., Wilson M., Cerana, J. Benintende, M.; Benintende, S.; Díaz, E., Duarte, O. Valenti, R.; Lenzi, L.; Villón, C.y Muller, H. 2001. Rotaciones en suelos arroceros. En PROARROZ Resultados Experimentales 2000-2001 vol X pp27-33
- Morón A. 2003. Principales contribuciones del experimento de rotaciones cultivos-parturas de INIA La Estanzuela en el área de fertilidad de suelos (1963-2003). Simposio 40 años de rotaciones agrícolas-ganaderas. Serie Técnica N° 134:1-7. INIA La Estanzuela. Uruguay.**
- Raison R. J., Connel M. J. and Khanna P. K.(1987). Methodology for studying fluxes of soil mineral-N in situ. Soil Biol. Biochem. 19 (5): 521-530.
- Wilson, M. 2003. Efecto del sistema de producción de arroz sobre la calidad del suelo en Entre Ríos. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias mención Manejo de Tierras. Facultad de Agronomía y Veterinaria.U.N.R.C. 88 pp.
- Wilson, M.; Cerana, J.; Valenti, R.; Rivarola, S.; Banchemo, C.; Diaz, E.y Benavidez, R. 2001. Evaluación de la calidad del agua de riego y su relación con la condición de suelos arroceros. En PROARROZ Resultados Experimentales 2000-2001 vol X pp51-59.

FOSFORO EN ARROCERAS DE ENTRE RIOS

Cesar E. Quintero, Graciela N. Boschetti, María R. Befani
Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER. CC24, Paraná ER (3100)
cquinter@fca.uner.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Efecto de la inundación sobre la disponibilidad de P en el suelo.

Como resultado de las condiciones reductoras que se dan en un suelo inundado se incrementa la concentración de P en solución. Posteriormente, cuando el suelo se drena el P puede ser re-inmovilizado en formas menos disponibles. Huguenin-Elie, et al. (2002) mostraron que la concentración de P en la solución del suelo inundado fue del doble respecto al suelo aireado y que en una semana luego del drenaje del suelo, el P decreció a un valor algo inferior al del suelo mantenido húmedo pero oxigenado. El P intercambiable, extraído con resinas, en el suelo inundado fue de 10 mg kg^{-1} , en el aireado 6 mg kg^{-1} y en inundado y luego drenado de 4. El P orgánico extraído con álcali aumentó de 78 mg kg^{-1} en el suelo aireado a 208 mg kg^{-1} en el inundado; evidentemente mucho del P que se solubilizó en una disolución reductiva fue convertido a formas orgánicas, posiblemente involucrando la quelación con ligandos orgánicos vía iones Fe^{2+} formados en la reducción. Adicionalmente, el coeficiente de difusión de P en el suelo fue 3 veces más alto en el suelo inundado que en el aireado.

El secado del suelo determina una rápida re oxidación de los compuestos reducidos y la precipitación de compuestos amorfos o mal cristalizados, que pueden fijar el P. Los trabajos de Arias, et al. (1999) muestran que la fijación de P es mayor en suelos inundados y que la disponibilidad de P disminuye cuando el suelo se seca. Si el suelo permanece aireado, el P puede retornar lentamente al estado en que estaba antes de la inundación en un período que lleva meses.

Habilidad y eficiencia de las plantas de arroz para adquirir fósforo

Aún cuando el suelo presenta mayor disponibilidad de P para las plantas y se incrementa el flujo difusivo de P hacia las raíces cuando está inundado, ésta cantidad sólo puede satisfacer alrededor del 10 al 20 % de P que requieren las plantas de arroz (Huguenin-Elie, et al. 2002). Existen dos mecanismos que le pueden conferir a las plantas mayor eficiencia para utilizar el P tanto del suelo como del fertilizante. Un mecanismo "interno" que le permite alcanzar altos rendimientos por unidad de P en el cultivo y un mecanismo "externo" que le permite una extracción más alta de P del suelo. La eficiencia interna varió desde 211 a 586 kg de grano por kg de P absorbido, en suelos del oeste de Africa (Haefele et al., 2002). Existe limitada información y ella sugiere que hay diferencias entre cultivares pero los mecanismos involucrados no son bien conocidos. Los principales mecanismos externos según Kirk et al (1993) son: a) poder desarrollar pelos radicales más finos y largos en las zonas del suelo que contienen P disponible. b) Habilidad para solubilizar P inorgánico mediante cambios

en el pH o liberando agentes quelantes. c) Habilidad para utilizar P orgánico mediante la liberación de enzimas.

En el suelo existen formas de P que pueden ser solubilizadas por la acidificación producida en la rizósfera del arroz inundado. Algunos autores han demostrado que las plantas de arroz que crecen en suelos inundados son capaces de solubilizar P y por lo tanto incrementar su absorción mediante la acidificación de la rizósfera.

La acidificación de la rizósfera es debida a dos procesos:

- a) oxidación del Fe (II) y otros elementos reducidos por la liberación de O₂ en la raíz, según la siguiente reacción:



- b) exportación de H⁺ desde la raíz para balancear la absorción de cationes sobre aniones bajo una nutrición de N como NH₄⁺.

Los modelos que describen la absorción de P por plantas de arroz en suelos inundados con solubilización de P por acidificación presentaron un excelente ajuste con lo medido (Huguenin-Elie, et al., 2002). La solubilización es consistente con la acidificación como resultado de la oxidación del Fe(II) por el O₂ liberado por las raíces y el exceso de entrada de cationes sobre aniones.

Otros mecanismos actúan cuando las plantas crecen en suelos aireados. La solubilización del P en este caso se ha visto relacionada a la excreción de aniones orgánicos por las raíces aunque en cantidades modestas. Los aniones orgánicos solubilizan P mediante la quelación de metales que pueden inmovilizar al P o formando complejos solubles con P utilizando un ión metálico, o ambos.

Métodos de evaluación de la disponibilidad de P en el cultivo de arroz

En algunos suelos el rendimiento de arroz no presenta respuestas a la aplicación de fertilizantes fosfatados a pesar de tener muy bajos niveles de P extractable por los métodos tradicionalmente utilizado para dosar el P disponible en el suelo.

Aparentemente, los análisis de suelo clásicos no reflejan la disponibilidad de P para el arroz en suelos inundados, dado que no tienen en cuenta la dinámica de los compuestos de P ligados al Fe. La mayoría de los estudios realizados indican que los compuestos de Fe-P son la principal fuente de P para las plantas de arroz inundadas.

El método de Bray I, tradicionalmente utilizado en nuestra zona, muestra todo el rango de respuesta a fósforo entre 0 y 10 mg kg⁻¹, quiere decir que con 10 mg kg⁻¹ de P Bray se alcanzaría el nivel de suficiencia para rendimientos de 6000 kg/ha (Shahandeh, et al., 1994; Hernández y Berger 2002). Sin embargo para Dobermann y Fairhurst (2000) habría respuesta a P aún con niveles de P superiores ante rendimientos potenciales mayores a 8000 kg/ha. Una alternativa presentada por Shahandeh, et al. (1994) sería la extracción de P con oxalato de amonio. Este método tiene en cuenta el P ligado al Fe amorfo o pobremente cristalizado además amplía el rango de respuesta de manera muy significativa. Sin embargo Hernández y Berger (2003) en los trabajos realizados en

suelos del Uruguay no encontraron mejoras significativas con la utilización del Oxalato; el método que produjo el mejor ajuste fue el del Acido Cítrico.

En Entre Ríos, a pesar de que se presentan muy bajos valores de P disponible en el suelo, los trabajos de De Battista (2002) han mostrado aumentos de rendimientos solamente en el 35 % de los casos. Por otra parte el contenido de P disponible por el método de Bray no estuvo relacionado con la respuesta del arroz a la fertilización; los autores relacionaron esto con el incremento de la disponibilidad de fósforo en condiciones anaeróbicas y la mineralización del P orgánico. En un estudio con 21 suelos incubados en anaerobiosis, Arias (1985) encontró una alta asociación entre el aumento de P disponible y el contenido de materia orgánica.

El objetivo de este trabajo fue aportar información básica que permita comprender mejor la dinámica del P en los suelos inundados por el cultivo de arroz de la provincia de Entre Ríos.

MATERIALES Y METODOS

Experiencia 1

Se tomaron cuatro muestras de suelo en la Estancia Jubileo ubicada en zona central del cultivo de arroz de Entre Ríos, que representan situaciones con distinta intensidad de cultivo del arroz. El suelo fue clasificado como Argiacuol vértico.

- a) Una situación poco inalterada donde el suelo se presenta similar a su condición original o prístina.
- b) Una pradera de gramíneas y leguminosas durante los últimos 8 años.
- c) Una parcela con una rotación de cultivos anuales, pasturas y cultivada con arroz en 3 de los últimos 8 años.
- d) Una parcela con cultivo de arroz en 7 de los últimos 8 años.

En estas muestras se determinó la materia orgánica, pH, Fe orgánico y amorfo, P disponible y Capacidad Máxima de Adsorción de Fósforo. Además se realizó un fraccionamiento de Hedley. Las fracciones cuantificadas fueron: P-MIA= fósforo muy lábil extraído con membrana de intercambio aniónico que representa el P inorgánico en la solución del suelo o el adsorbido muy débilmente sobre hidróxidos o carbonatos; Po-NaHCO₃ y Pi-NaHCO₃= fósforo lábil que involucra el P inorgánico (Pi) adsorbido débilmente y el P orgánico (Po) fácilmente hidrolizable; Pi-NaOH y Po-NaOH= fósforo moderadamente lábil; Pi-HCl= fósforo inorgánico ligado a minerales fosfatados de calcio y el P-residual= es el fósforo remanente luego de las extracciones previas.

Experiencia 2

En la parcela con 7 años de cultivo de arroz se tomó una muestra a diferentes profundidades y se determinó la materia orgánica, pH y P disponible. Además se realizó un fraccionamiento de Hedley.

Experiencia 3

Se tomó una muestra en la situación de pradera en la Estancia Jubileo y otra en la Estancia San Cristóbal y se las incubó durante 45 días en anaerobiosis. Luego se realizó un fraccionamiento de Hedley.

RESULTADOS

Los resultados de la experiencia 1 muestran el efecto del cultivo de arroz sobre las diferentes características de los suelos (Tabla 1). Es notoria la disminución de la materia orgánica la cual está asociada con la pérdida de P total.

Tabla 1: Características de los suelos en las diferentes situaciones evaluadas.

Situación	MO (%)	pH -	Arcilla (%)	Fe Org. (%)	Fe Amo. (%)	CMAF (mg/kg)	P Bray (mg/kg)	P Total (mg/kg)
Inalterado	5,33	5,2	38,8	0,39	0,172	376	12,0	369
Pradera	3,70	6,0	44,1	0,43	0,123	403	10,4	337
3 Arroz	3,69	5,7	33,8	0,35	0,154	442	13,0	305
7 Arroz	2,47	6,3	41,3	0,42	0,207	433	14,8	271

MO: Materia Orgánica, Fe Org. : Fe Orgánico, Fe Amo: Fe Amorfo, CMAF: Capacidad Máxima de Adsorción de Fósforo.

Las parcelas con mayor intensificación del cultivo de arroz mostraron una marcada disminución del P orgánico extraído con NaOH y NaCO₃H así como del P residual. Por otro lado todas las formas inorgánicas de P aumentaron en alguna medida con el mayor uso arrocero (Figura 1). Esto estaría mostrando una mayor disponibilidad de P para las plantas, hecho que también se observa con el P extraíble por Bray (Tabla 1). Conjuntamente la capacidad de adsorber fósforo de los suelos aumentó con el uso arrocero, en relación directa con el Fe amorfo. Es importante destacar que la pérdida de P en la parcela con alta participación de arroz fue de casi 100 mg kg⁻¹ lo que representa un 25 % respecto a la situación inalterada. El P orgánico de las fracciones lábiles y moderadamente lábiles disminuyó a la mitad de la condición original.

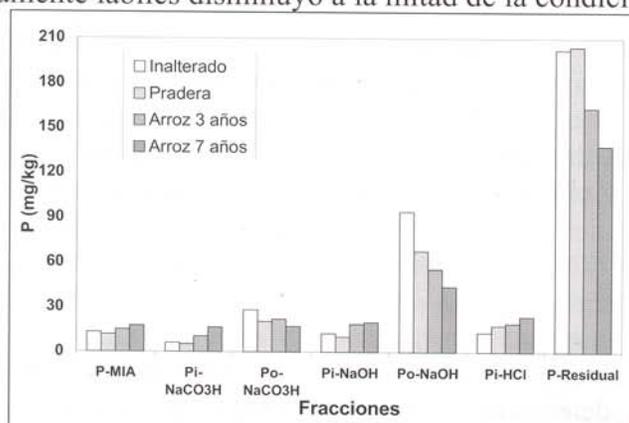


Figura 1: Efecto de la intensidad de uso arrocero sobre las fracciones de Hedley.

En la experiencia 2 se pudo observar la disminución de la materia orgánica y el P total característico de las profundidades evaluadas (Tabla 2). Todas las fracciones disminuyeron en profundidad a excepción del P ligado al calcio, que alcanzó el valor más alto a mayor profundidad (Figura 2).

Tabla 2: Resultados de las muestras a diferentes profundidades.
Parcela 7 años de arroz.

Profundidad (cm)	MO (%)	pH -	P (mg/kg)	P Total (mg/kg)
0 - 5	3,08	6,3	10,6	272
5 - 20	2,48	6,7	6,8	250
20 - 40	1,46	7,2	2,5	171
40 - 60	0,97	7,4	1,9	140
60 - 80	0,40	7,8	1,8	168

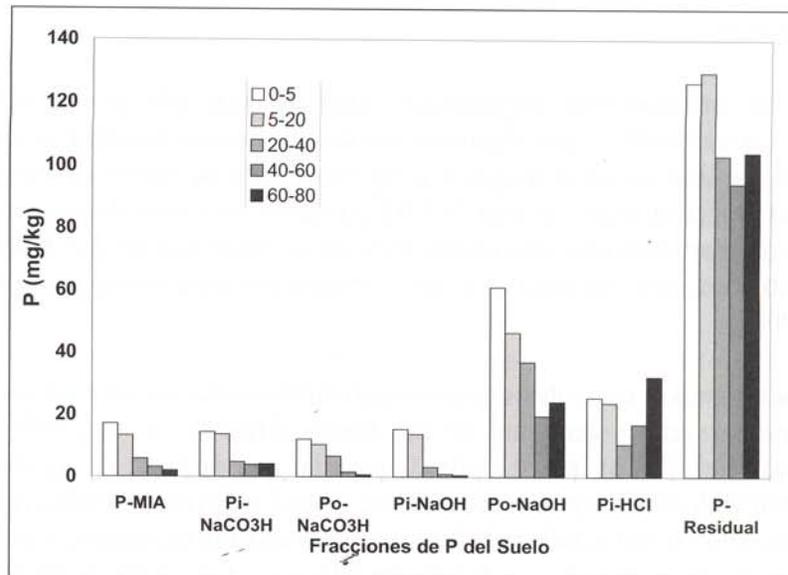


Figura 2: Variación en profundidad de las distintas fracciones de Hedley en la situación de máximo uso arrocero.

En la experiencia 3 se pudo observar el efecto de la anaerobiosis sobre las fracciones evaluadas. El efecto fue de magnitud considerable en todas las fracciones (Figura 3).

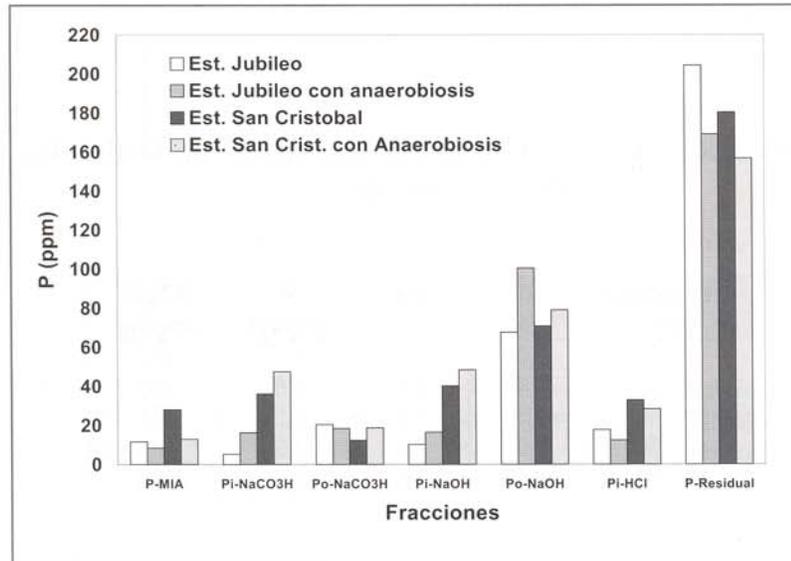


Figura 3. Efecto de la anaerobiosis sobre las Fracciones de Hedley en un suelo de situación de pradera.

La condición de anaerobiosis provocó un aumento marcado de las fracciones Pi-NaCO₃H Pi y Po en NaOH y una disminución de la fracción residual cercana al 20 %. El Pi-NaCO₃H triplicó su valor lo que estaría mostrando la mayor disponibilidad para las plantas. La fracción extraída con NaOH aumentó en anaerobiosis un 45 %; esta fracción es la relacionada más estrechamente con la dinámica del Fe. Estos resultados son coincidentes en gran medida con los comentados anteriormente por Huguenin-Elie, et al. (2002).

Existen algunos estudios recientes que permiten comprender mejor cual es la acción de las plantas de arroz en la vecindad de sus raíces (Hedley, et al. 1994; Kirk, 2002; Huguenin-Elie, et al. 2002). Estos trabajos revelan que la zona de agotamiento de P desde la superficie de la raíz, puede extenderse unos 3 a 4 mm en suelos no fertilizados y 5 a 6 mm en suelos fertilizados. Si bien se ha visto un incremento de la actividad fosfatasa cerca de las raíces no se ha observado una reducción de la cantidad de P orgánico. El aumento de la actividad fosfatasa en la superficie de la raíz podría ser sólo una respuesta a la baja concentración de P en la solución del suelo cerca de la raíz. Hedley, et al. (1994) observaron que el arroz en condiciones aeróbicas reduce de manera significativa el Pi-NaOH por la absorción de P que realizan las plantas. El pH en la superficie de la raíz disminuye tanto como 0,5 unidades o más, respecto a la masa del suelo. Si bien se ha visto que la zona de reducción del P coincide con la de acidificación, ello no puede explicar la solubilización de Pi-NaOH. Este fenómeno

podría estar más relacionado a una alta tasa de liberación de agentes quelantes en respuesta a la deficiencia de P.

Los trabajos de Kirk han mostrado que un 90 % del P que tomaron las plantas de arroz en un Ultisol inundado de pH 6, provino de los “pooles” de P solubles en ácido, asociados con carbonatos ferrosos e hidróxidos. También hubo una pequeña zona de acumulación de P soluble en álcali que coincide con la acumulación de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sobre la raíz. El modelo desarrollado permitió comprobar que el 80% del P absorbido provino de la solubilización por acidificación de la rizósfera; aunque menos del 50 % del total solubilizado fue absorbido.

En condiciones aeróbicas Kirk (2002) también observó una fuerte reducción del Pi-NaOH provocada por las raíces de las plantas y lo relacionó con la síntesis y excreción de citrato como responsable de la solubilización de los compuestos inorgánicos solubles en álcali. La excreción de aniones orgánicos puede solubilizar P mediante la acidificación del medio, desplazando el P de los sitios de adsorción, por la quelación de los iones metálicos que inmovilizan el P o por la formación de complejos solubles anión orgánico-Metal-P. De todos estos mecanismos la quelación es el más importante y los modelos responden adecuadamente a ello.

CONCLUSIONES

Las experiencias realizadas permiten obtener información preliminar sobre la dinámica del P en arrozceras de Entre Ríos. Si bien el cultivo de arroz no ha mostrado respuesta generalizada a la aplicación de P es importante considerar la importancia del elemento fósforo en condiciones de baja disponibilidad natural de los suelos y en rotación con cultivos como la soja que responde favorablemente a su aplicación. Los resultados presentados explican en primera instancia el porque de la falta de respuesta a P, lo que estaría relacionado a un incremento de la disponibilidad del elemento en condiciones anaerobias. Sin embargo es importante destacar que esta mayor disponibilidad que se alcanza en las arrozceras se logra a expensas de la pérdida de las formas de reserva o menos disponibles, por lo que se observa un gran deterioro en las cantidades totales de P y en especial de las fracciones orgánicas y residuales, con un aumento de la capacidad de adsorber P. Para Haefele et al (2004) el cultivo de arroz sin la aplicación de P lleva a un considerable agotamiento del P del suelo, este proceso es relativamente rápido en suelos con bajo contenido de P como los nuestros.

Es importante destacar la utilidad de la metodología de fraccionamiento de Hedley para cuantificar los cambios en la dinámica de P causado por el sistema de cultivo de arroz. Habría que continuar con las experiencias en este sentido.

BIBLIOGRAFIA

- Arias, N. M. 1985. Dinámica de nutrientes en suelos arroceros. Arroz. Información técnica N° 1, pp 37-43. INTA Concepción del Uruguay.
- Arias, N. M.; De Battista, J. J.; Marzoratti, N. 1999. Efecto de la inundación sobre el fósforo disponible en suelos arroceros de Entre Ríos. Primer Simposio Nacional sobre Suelos Vertisólicos, Entre Ríos. p 61-62.
- De Battista, J. J. 2002. Rice management and fertilization in Entre Ríos province. Better Crops Internacional. Vol. 16 Special Supplement 40-42.
- Dobermann, A. Fairhurst, T. 2000. Rice: Nutrient disorders and nutrient management. PPI-PPIC and IRRI. Singapore and Los Baños.
- Haefele, S. M.; Wopereis, M. C. S.; Ndianye, M. K.; Barro, S. E.; Ould Isselmou, M. 2002. Internal nutrient efficiencies, fertilizer recovery rates and indigenous nutrient supply of irrigated lowland rice in Sahelian West Africa. Field Crops Research, 4113:1-14.
- Haefele, S. M.; Wopereis, M. C. S.; Schloeböhm, A. M.; Wiechmann, H. 2004. Long-term fertility experiments for irrigated rice in the Wes African Sahel: effect on soil characteristics. Field Crops Research, 85:61-67.
- Hedley, M.J.; Kirk, G.J.D.; Santos, M.B. 1994. Phosphorus efficiency and the forms of soil phosphorus utilized by upland rice cultivars. Plant and Soil. 158: 53-62.
- Hernandez, J.; Berger, A. 2003. Indicadores de la disponibilidad de fósforo y respuesta del cultivo de arroz a la fertilización fosfatada. INIA Uruguay. Investigaciones Agronómicas, Vol. 01 Rta. 01 Pag. 34-40.
- Huguenin-Elie, O.; Kirk, G. J. F.; Frossard, E. 2002. Phosphorous uptake by rice from soil that is flooded, drained o flooded then drained. European Journal of Soil Science, 53:1-14.
- Kirk, G. J. F. 2002. Modeling root-induced solubilization of nutrients. Plant and Soil, 255:49-57.
- Shahandeh, H.; Hossner, L. R.; Turner, F. T. 1994. Phosphorous relationships in flooded rice soils with low extractable phosphorous. Soil Sci. Soc. Am. J. 58:1184-1189.

UTILIZACIÓN DEL YESO PARA RECUPERAR SUELOS DE LARGA HISTORIA ARROCERRA

*Cerana J., Wilson M., Zino L., Quintero C., Rivarola S.,
Henderson O., Verliac J. y J. Noir*

Introducción

Cuando el arroz participa en una alta proporción de las rotaciones, en el suelo se observa la disminución en el contenido de carbono orgánico y de nitrógeno, tanto del nitrógeno total (Wilson *et al.*, 2001; De Battista, 2004), como el potencialmente mineralizable (Morón, 2003). A pesar de ser un cultivo que aporta elevadas cantidades de rastrojo, se produce una importante mineralización de la materia orgánica, debido al excesivo laboreo durante la preparación de la cama de siembra y del lote a regar.

Asimismo, la utilización de agua subterránea (bicarbonatada sódica), produce un aumento del contenido de sodio de intercambio (CSI) en el suelo. Los grandes volúmenes de agua requerido para inundar el cultivo y el desequilibrio entre la relación de adsorción de sodio (RAS) y la salinidad del agua de riego, magnifican los efectos de sodificación en suelos donde predominan arcillas montmorillonitas (Wilson *et al.*, 2002). Estos aumentos en el CSI provocan condiciones desfavorables que inducen a la desagregación del suelo y a la dispersión de las arcillas (So y Cook, 1993).

Las variables de suelo relacionadas a la estabilidad estructural son sensibles al uso arrocero y mostraron que la participación del arroz en la rotación en menos del 20 – 25%, no produjo deterioro significativo respecto a lotes agrícolas sin arroz (Cerana *et al.*, 2004; Wilson *et al.*, 2004).

En tal sentido, el manejo de estos suelos, para lograr que el sistema de producción de arroz sea sustentable, debe perseguir como premisas básicas y partiendo de lotes con larga historia arrocera, incrementar los niveles de materia orgánica y eliminar los excedentes de sodio de intercambio.

En el primer caso, la inclusión de pasturas en las rotaciones ha permitido mantener los valores de los indicadores de calidad de suelo cercanos a los iniciales (Morón, 2003; De Battista, 2004). La utilización de agua para riego de buena calidad, como así también la utilización de una enmienda química (como el caso del yeso), pueden ser efectivos para reestablecer la estructura y la conductividad hidráulica del suelo (Sumner y Miller, 1992; Wallace, 1994; Sasal *et al.*, 2000).

Para una eficiente utilización de la técnica del enyesado se deben considerar varios aspectos: la dosis y fecha de aplicación, como así también la necesidad de

contar con buena disponibilidad de agua en el suelo para lograr la solubilización del yeso y la eliminación del exceso de sodio de la solución (Cerana *et al.*, 2003).

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue comprobar la eficacia de la práctica del enyesado para lograr la recuperación de la condición físico-química de suelos de larga historia arrocerá.

Materiales y Métodos

Se realizaron dos ensayos: a) *ensayo a campo*, desarrollado en la Estancia Jubileo, Departamento Villaguay y b) *ensayo en macetas*, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNER).

a) Ensayo a campo

El yeso se aplicó e incorporó antes de la siembra de un cultivo de soja (Nidera A 5625 RG) en diciembre de 2002. Se evaluaron 4 dosis de yeso: 0 (Testigo) – 1500 – 3000 – 6000 kg ha⁻¹. Se realizó un diseño en franjas de 0,25 ha cada una. Se instaló una quinta franja con 3000 kg ha⁻¹ de yeso donde se utilizó un arado topo, (3T), a una profundidad de 40 cm y distanciamiento entre surcos de 5 m, para favorecer la evacuación del excedente de sodio desplazado de los coloides.

En abril de 2003 se sembró una pradera base trébol rojo y ray grass. A los 12 meses de aplicación del yeso, se determinó materia seca (MS) del primer corte de la pradera, cosechando manualmente en cada franja 6 aros de 0,5 m².

En muestras de suelo superficial (00-12 cm) obtenidas con pala sin disturbar, se determinaron las variables de Hénin *et al.* (1958), a los 1, 6, 12 y 18 meses de aplicado el yeso, para conocer la respuesta y dinámica de cada una de ellas, con la finalidad de seleccionar las más sensibles y tomarlas como indicadoras de recuperación de la condición física del suelo.

b) Ensayo en macetas

Para desarrollar este ensayo, se tomó suelo superficial del mismo lote de la Estancia Jubileo (> del 80% de arroz en la rotación), el que fue molido y tamizado por malla de 4 mm y colocado en macetas de 1 Kg de suelo cada una. Se evaluaron las mismas dosis de yeso utilizadas a campo.

El riego se efectuó con 3 calidades diferentes de agua: desmineralizada, subterránea del área arrocerá central (Jubileo, E.R.) y subterránea de Oro Verde (con RAS y CE similar al del área arrocerá norte de Entre Ríos), (Tabla 1). Por lo tanto, se evaluaron 12 tratamientos (4 dosis de yeso y 3 calidades de agua), con 3 repeticiones cada uno, resultando un total de 36 macetas. Las macetas se mantuvieron en

capacidad de campo durante dos meses y además se simularon cuatro lluvias de 50 mm con la finalidad de coleccionar el percolado, analizar el desplazamiento de sodio logrado y conocer sus niveles salinos a través de la conductividad eléctrica (CE).

Tabla 1: Caracterización físico-química del agua para riego.

	pH	CE μScm^{-1}	$\text{Ca}^{+2}+\text{Mg}^{+2}$ mg l^{-1}	Na^{+} mg l^{-1}	Cl^{-} mg l^{-1}	CO_3H^{-} mg l^{-1}	RAS	RAS ajust.
Jubileo	6,98	783	106,9	97,9	47,9	364,3	3,31	7,11
Oro Verde	7,17	1810	166,9	264,5	136,5	486,3	7,14	17,15

Al finalizar el ensayo de riego se determinó el contenido de sodio de intercambio en el suelo (CSI), (Jackson, 1976) y el valor K de percolación por el método de Hénin *et al.*, (1958), para evaluar la efectividad del tratamiento.

La siembra se efectuó el día 21/02/03, con el cultivar de arroz RP2, a razón de 12 plantas por maceta, cosechándose el 28/03/03 (a las 5 semanas desde la siembra). En la tercer semana se aplicó NO_3NH_4 (50 mg/maceta), manteniéndose las macetas a capacidad de campo durante la totalidad del tiempo de ensayo.

Resultados y Discusión

a) Ensayo a campo

Selección de indicadores de calidad de suelo

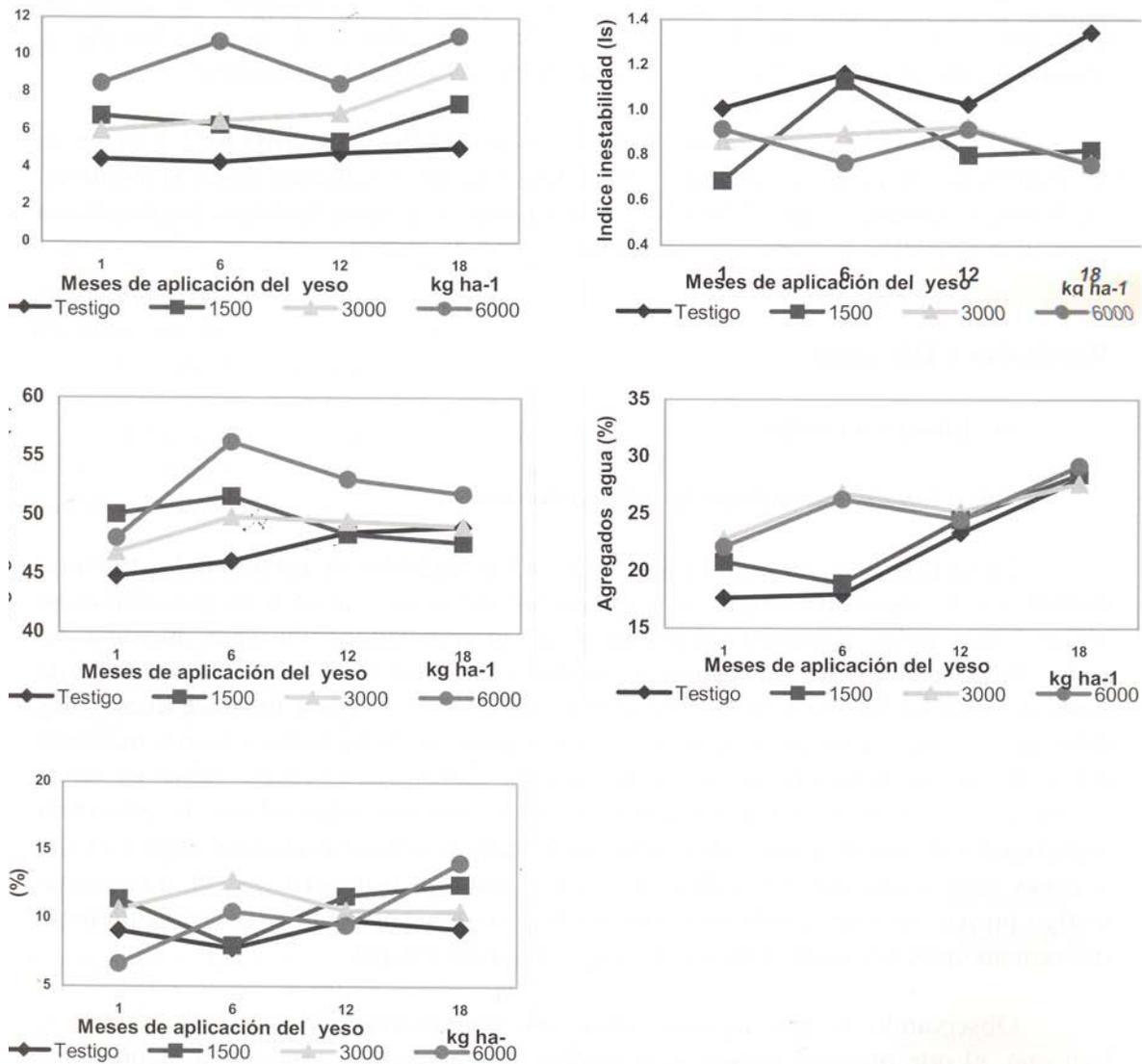
En la Fig. 1 se presenta la dinámica de las variables de estabilidad estructural durante los 18 meses posteriores a la aplicación del yeso. En el K de precolación se observó una rápida respuesta (al primer mes), diferenciándose la dosis más alta del resto. Durante el ensayo, el testigo se mantuvo en valores cercanos a 5 cm h^{-1} y la dosis de 3000 kg ha^{-1} se logró diferenciar de las dosis menores a los doce meses. Las diferencias entre tratamientos se mantuvieron a partir de dicha fecha y fueron máximas a los 18 meses, demostrando que esta variable constituye un buen indicador de la recuperación del suelo. El tratamiento con yeso, permite reestablecer la estructura superficial y el sistema poroso del suelo, mejorando la conductividad del agua y el aire a capas más profundas. El índice de inestabilidad (Is), mostró que el tratamiento testigo presentó peores condiciones del suelo (mayores valores), pero no se reflejaron diferencias entre los tratamientos con yeso al final del ensayo.

Observando lo que ocurrió entre los pretratamientos de agua, alcohol y benceno, el que presentó mayor sensibilidad fue "agregados estables al alcohol". A partir de los seis meses de aplicado el yeso, la dosis mayor se diferenció del resto, manteniendo valores superiores al 50%, mientras que no se observaron diferencias entre el resto. El mejor comportamiento de esta variable, se debe a que, al tratarse de

una enmienda química, se produce un mejor control del hinchamiento de los coloides (Amézketa, 1999).

Distinto es lo que ocurre en los agregados estables al benceno, ya que se presentan los valores muy aleatorios, diferenciándose las variables solo al final del ensayo. Dicha variable está asociada a la materia orgánica (Hénin *et al.*, 1972; Orellana y Pilatti, 1994; Wilson *et al.*, 2001), es decir que aquellas prácticas agrícolas que permitan incrementar sus niveles, podrán ser reflejadas por dicha variable.

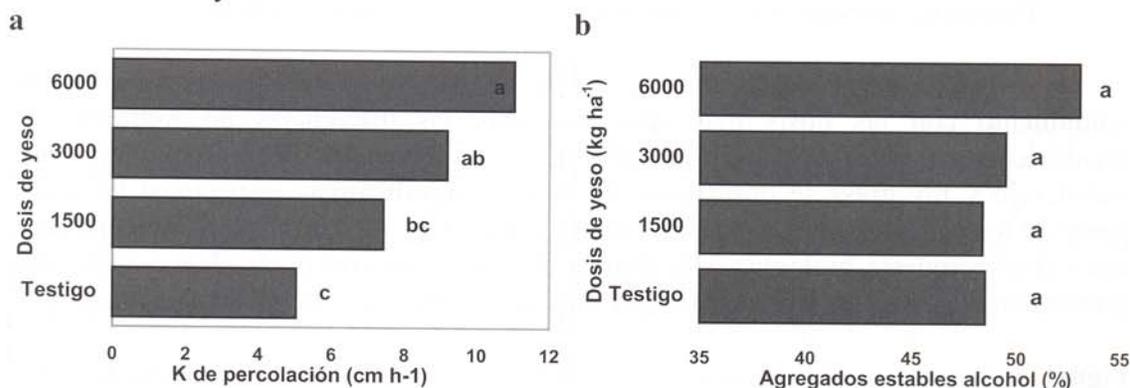
Figura 1: Dinámica de las variables de estabilidad estructural de Hénin, durante los dieciocho meses posteriores a la aplicación de yeso, en un lote de larga historia arrocera.



Evaluación de la recuperación física de suelo de larga historia arrocera

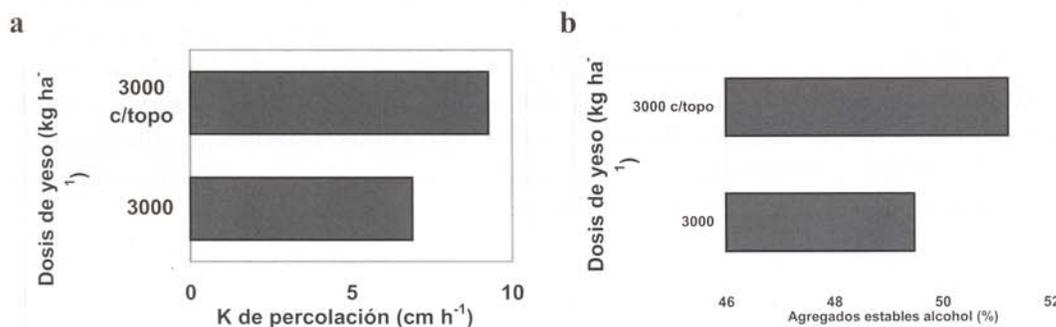
A partir de los indicadores seleccionados, puede observarse la recuperación física del suelo con la incorporación del yeso (Fig. 2). En la Fig. 2a se presenta la eficiente respuesta del K de percolación a la utilización del yeso donde, si bien no se logran diferencias significativas entre las dosis más altas (3000 y 6000 kg ha⁻¹), superan notoriamente al testigo. Respecto a los agregados estables al alcohol, los valores de la variable son mayores al utilizar dosis más altas de yeso, pero no alcanzan a ser significativas las diferencias respecto al testigo.

Figura 2: Recuperación de la condición física del suelo utilizando diferentes tratamientos de yeso.



En la Fig. 3 se presenta el comportamiento de los indicadores en el tratamiento donde se incorporó el arado topo. Puede observarse que en ambos casos, existió una respuesta satisfactoria al acompañar la mencionada técnica al tratamiento con yeso.

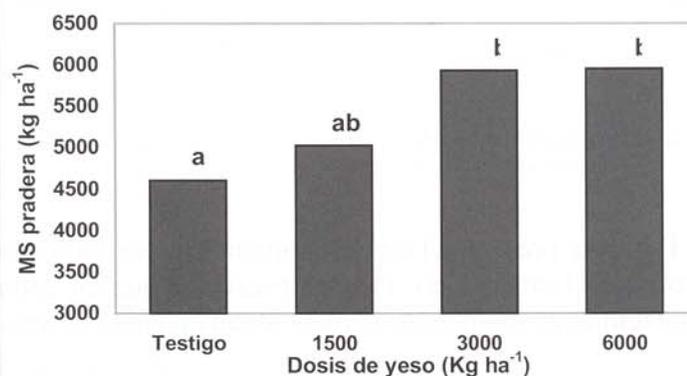
Figura 3: Comparación de los tratamientos de 3000 kg ha⁻¹ de yeso, con y sin arado topo, mediante los indicadores de calidad de suelo.



Respuesta biológica de la enmienda química del suelo con yeso

En soja (cosechada en abril de 2003), si bien se observaron incrementos de rendimiento con las dosis más altas de yeso, las diferencias no lograron ser estadísticamente significativas. Sin embargo, en el primer corte de la pradera base trébol rojo y ray grass se observaron diferencias significativas respecto al testigo a partir de los tratamientos con más de 3000 kg ha⁻¹ (Fig. 4). Por lo tanto, se considera que existe respuesta biológica a la técnica del enyesado con dosis altas a partir del primer año de aplicado, representada por más de 1500 kg de materia seca de pradera.

Figura 4: Respuesta de la pradera base trébol rojo y ray grass a la aplicación del yeso al primer año de aplicado el yeso.



Costo de utilización de la técnica del enyesado

Información económica

Precio del yeso:	\$ 80.00/ Tn
Presentación comercial:	bolsas de 40 kg.
Gastos de transporte:	
Distancia 100 km	\$ 17/Tn
Distancia 150 km	\$ 22/Tn
Distancia 200 km	\$ 27/Tn
Distancia 250 km	\$ 33/Tn

Tabla 2: Costo de diferentes prácticas a considerar en la aplicación e incorporación de yeso a campo. Fuente: *Margenes agropecuarios*. Año XIX N° 228. Junio de 2004.

Descripción de la práctica	UTA	\$ + IVA
Arado c/reja	1.00	60.00
Disco doble acción	0.50	30.00
Disco doble acción con rastra	0.55	33.00
Fertilizadora al voleo	0.35	21.00

UTA: Unidad de trabajo agrícola.

Considerando que la capacidad de carga del equipo de transporte es de 30 Tn y una dosis de yeso de 3000 kg ha⁻¹, la superficie a cubrir por equipo es de 10 ha.

Fertilizadora utilizada: Al voleo tipo "Tanzi", cuyo ancho efectivo de trabajo en la aplicación de yeso agrícola es de 5 m. En la aplicación del yeso al voleo se utilizan 0,70 UTA, ya que es necesario realizar dos pasadas por ha, al utilizar una dosis de 3000 kg ha⁻¹.

Tabla 3: Costo de aplicación del yeso utilizando una dosis de 3000 kg ha⁻¹.

Descripción	\$ + IVA
Yeso (3000 kg ha ⁻¹)	240,00
Flete a 250 km	99,00
Disco doble acción	30,00
Fertilizadora al voleo	42,00
<i>Total uso de la práctica</i>	411,00

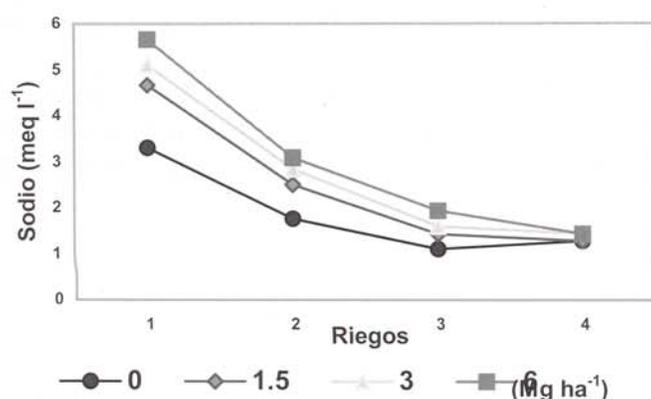
b) Ensayo en macetas

Desplazamiento del sodio de intercambio del suelo por calcio incorporado con yeso

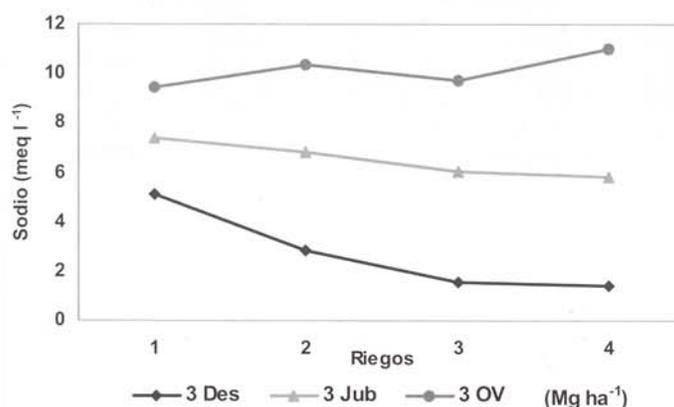
En la Fig. 5a se presenta la evolución de la concentración de sodio en el percolado del agua desmineralizada, luego de los cuatro riegos realizados (Cerana *et al.*, 2003). Se observa un excelente desplazamiento del sodio de la solución del suelo y ello se debe a la acción del calcio incorporado con el yeso. Es muy importante con el primer riego y se da para todas las dosis evaluadas. A su vez, con la incorporación de nuevos riegos la cantidad de sodio percolado es cada vez menor, no existiendo diferencias respecto al testigo en el último riego, con valores que oscilan en 1,5 meq l⁻¹.

Figura 5: a). Evolución del sodio en el percolado luego de los cuatro riegos realizados con agua desmineralizada en suelo arrocero con diferentes dosis de yeso y **b).** con tres calidades diferentes de agua y la dosis de yeso de 3000 kg ha⁻¹.

a).



b).

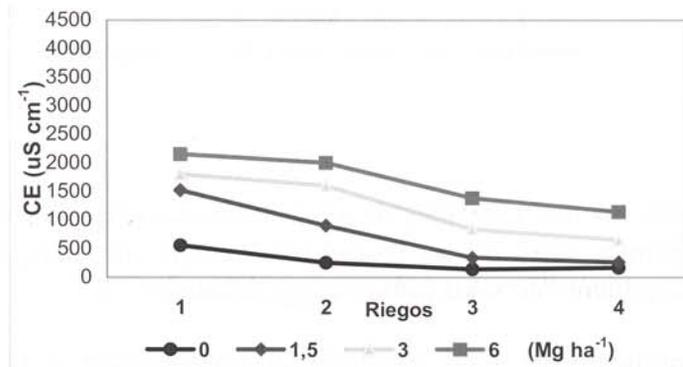


En la Fig. 5b puede observarse la concentración de sodio en el percolado para los tres tipos de agua utilizada con la dosis de 3000 kg ha⁻¹. Como se comentó anteriormente, el riego con agua desmineralizada (3 Des) logra un excelente desplazamiento del sodio de la solución. Con el agua de Jubileo (3 Jub), si bien existe un paulatino descenso de la concentración del ión en el percolado, sus niveles se mantienen en 6 meq l⁻¹ luego de cuatro riegos. Por el contrario, el riego con agua de Oro Verde (3 OV), con valores iniciales de sodio en el percolado 2,5 mayores al agua de Jubileo, mantiene niveles superiores a 10 meq l⁻¹, no observándose disminución en su concentración luego de los cuatro riegos.

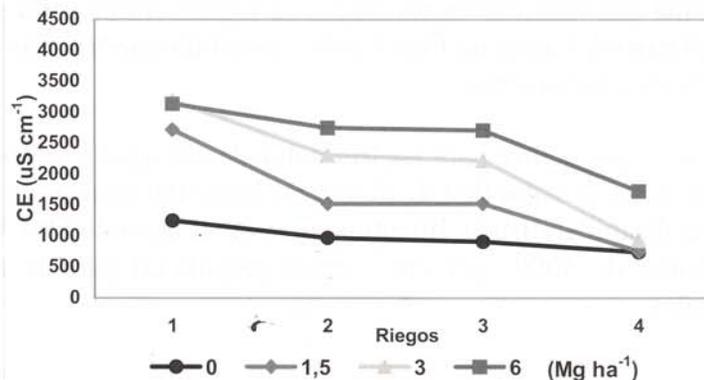
En la Fig. 6 se presenta la evolución de la conductividad eléctrica luego de los riegos realizados para las tres diferentes calidades de agua de riego. Puede observarse que con el agua desmineralizada se obtuvo una excelente solubilización del yeso y que las sales han podido ser desplazadas con los riegos. Este hecho es importante ya que de esta manera es posible evacuar del sistema al sodio incorporado con el riego del cultivo de arroz y mantener los niveles salinos por debajo de los límites de tolerancia de los cultivos, para todas las dosis analizadas (Fig. 6a).

Figura 6: Evolución de la conductividad eléctrica (CE) luego de los cuatro riegos realizados en suelo arrocero con diferentes dosis de yeso.

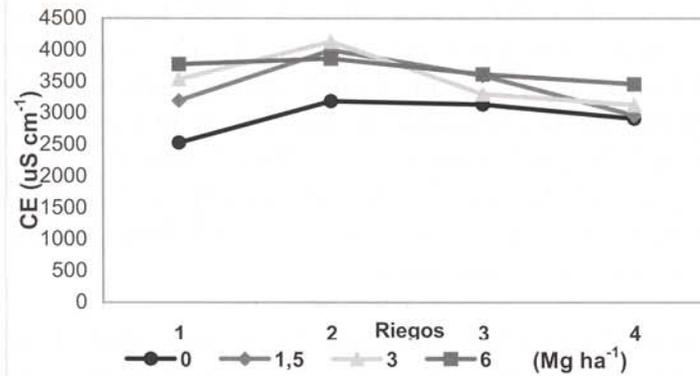
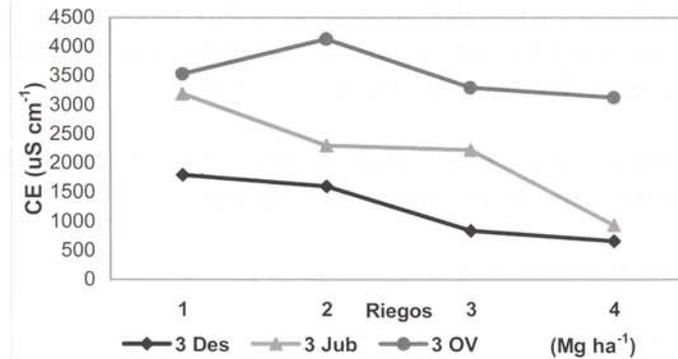
6a. Agua desmineralizada



6b. Agua de Jubileo



6c. Agua de Oro Verde

6d. Dosis de 3 Mg ha⁻¹ con lavados de aguas de diferente calidad de riego

Considerando las tres calidades de agua utilizadas (Fig. 6a, 6b, 6c), se puede observar para el primer riego en las situaciones testigo, un salto de 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$, atribuible al desplazamiento de sales provenientes del suelo.

El desplazamiento de sales obtenido es proporcional a la dosis de yeso utilizada, y su magnitud es mayor con el agua desmineralizada y el de Jubileo. Asimismo, a medida que transcurren los riegos se logran eliminar las sales agregadas con el yeso. En el caso del agua de Oro Verde, a medida que transcurren los lavados no se obtiene dicho desplazamiento.

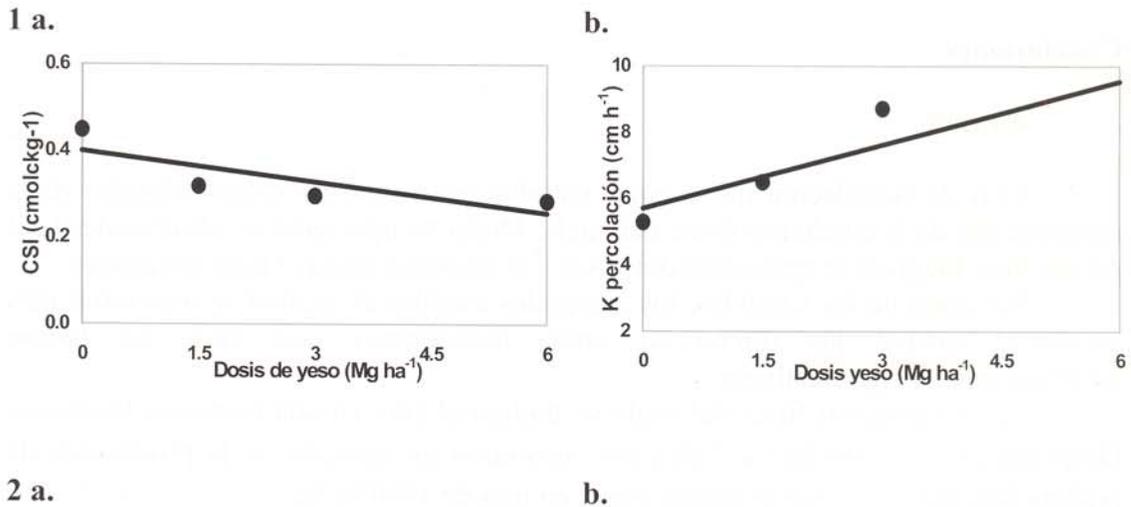
Al observar lo que ocurre para las tres calidades de agua y utilizando una dosis de 3000 kg ha^{-1} de yeso, el valor de CE alcanzado luego del cuarto riego en Jubileo es similar al del agua desmineralizada, mientras que con el agua de Oro Verde, la CE se mantiene por encima de 3000 $\mu\text{S cm}^{-1}$, valor perjudicial para la mayoría de los cultivos tradicionales.

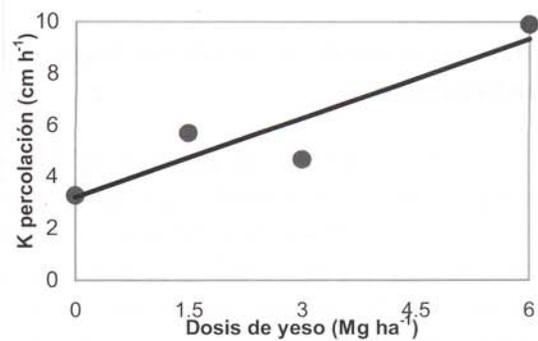
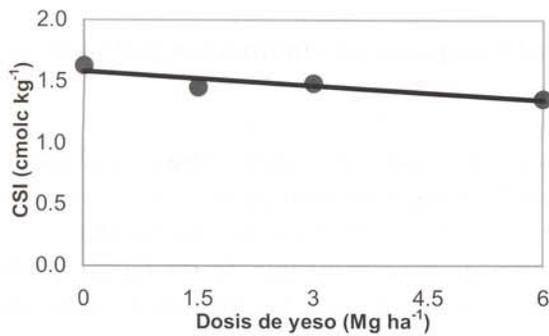
Recuperación de la condición física del suelo mediante la eliminación del sodio de intercambio

En la Fig. 7a se presenta la disminución del sodio de intercambio en el suelo, en función de las dosis de yeso aplicadas al utilizar agua desmineralizada ($y = -0,024x + 0,40$; $R^2 = 0,64$), de Jubileo ($y = -0,039x + 1,58$; $R^2 = 0,78$) y de Oro Verde ($y = -0,035x + 3,42$; $R^2 = 0,78$). A partir del análisis de las pendientes de las rectas, pudo observarse la disminución en los niveles de CSI. Sin embargo, los niveles de sodio de intercambio resultan mayores cuando el suelo es regado con agua subterránea, especialmente con el agua de Oro Verde. Cuando se utiliza para riego agua de buena calidad se logran controlar los procesos de dispersión y ello se traduce en una evolución favorable de la permeabilidad del suelo (So y Aylmore, 1993).

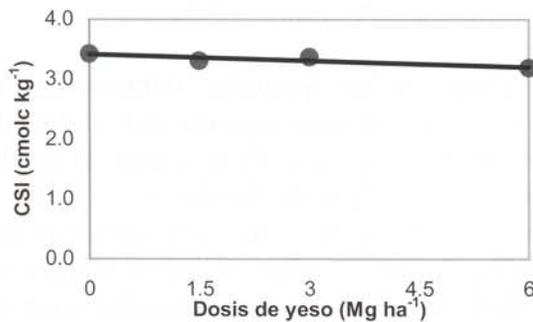
So y Cook (1993), trabajando en Vertisoles de Australia, demostraron la recuperación de la permeabilidad en función del desplazamiento del sodio de intercambio. A través del índice K de Hénin pudo observarse dicho efecto (Fig.7b): agua desmineralizada ($y = 0,64x + 5,71$; $R^2 = 0,83$), agua de Jubileo ($y = 1,02x + 3,20$; $R^2 = 0,85$), agua de Oro Verde ($y = 0,37x + 4,34$; $R^2 = 0,67$). Se observó una buena respuesta, tanto con el agua desmineralizada como cuando se utilizó el agua de Jubileo, mientras que el agua de Oro Verde, no logró ser efectiva en la recuperación de la permeabilidad.

Figura 7: Efecto del enyesado sobre la permeabilidad del suelo 1. agua desmineralizada, 2. agua de Jubileo y 3. agua de Oro Verde.

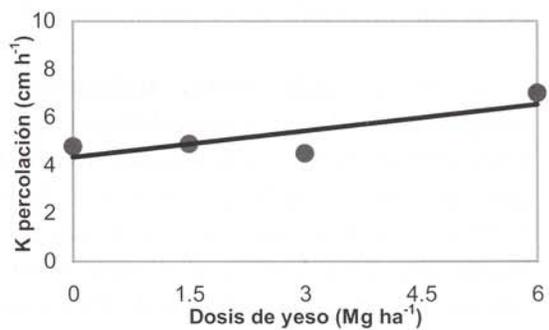




3 a.



b.



Conclusiones

A campo

El K de percolación fue la única variable que se mostró como indicador de la recuperación de la condición física del suelo. Dicha recuperación se observó desde el primer mes, luego de la aplicación del yeso, y se mantuvo hasta el final del ensayo.

Del resto de las variables, los agregados estables al alcohol se mostraron más sensibles, aunque las diferencias entre tratamientos con yeso no fueron estadísticamente significativas.

La recuperación física del suelo se tradujo al año, en una respuesta biológica. Dosis mayores a 3000 kg ha⁻¹ de yeso, mostraron un aumento en la producción de pradera base trébol rojo en el primer corte, en más de 1500 kg ha⁻¹.

A invernadero

El riego con agua desmineralizada permitió una eficiente acción del yeso. El desplazamiento del sodio es muy lento con el agua de Jubileo, mientras que el agua de Oro Verde, no logró dicho objetivo. Este efecto se tradujo en la recuperación de la permeabilidad del suelo al utilizarse agua de riego de buena calidad.

El agua de Oro Verde mantuvo los niveles salinos por encima de $3000 \mu\text{S cm}^{-1}$ luego del cuarto riego con 50 mm, mientras que la utilización de agua de Jubileo alcanzó, al final del ensayo, valores similares a los obtenidos con el agua desmineralizada. Dichos valores se consideran no perjudiciales para los cultivos tradicionales sembrados en la zona arrocerá.

Agradecimientos

A la Fundación Proarroz por solventar los gastos del Proyecto y a los integrantes del Laboratorio de Suelos de la FCA UNER. Al equipo técnico de la Estancia Jubileo.

Bibliografía

- Amézketa, E. (1999). Soil aggregate Stability: areview. *Jour. of Soustainable Agriculture* 14: 83-150.
- Cerana J.; Wilson M.; Zino L.; Noir J.; Quintero C.; Henderson O.; Boschetti G.; Rivarola S.; Valenti R.; Befani, R. (2003). Recuperación de la condición física de suelos degradados por el uso arrocero. *Revista Fundación Proarroz. Resultados experimentales*. XII: 41-48.
- Cerana, J.; Wilson M.; De Battista J.J.; Noir J.; Quintero, C. (2004). Sistema arrocero regado con agua subterránea y la estabilidad estructural de Vertisoles de Entre Ríos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias RIA*. 12 p. En revisión.
- De Battista, J.J. (2004). Manejo de Vertisoles en Entre Ríos. *Revista Científica Agropecuaria* 8 (1): 37-43.
- Hénin, S.; Monnier, G.; Combeau, A. (1958). Méthode pour l'étude de la stabilité structurale des sols. *Ann. Agron.* 9: 73-92.
- Hénin, S.; Gras, R.; Monnier, G. (1972). El perfil cultural, el estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 340 pp.
- Jackson, M.L. (1976). Análisis químico de suelos. Tercera Edición. Ed. Omega S.A. Barcelona, España. 662 pp.
- Morón, A. (2003). Principales contribuciones del experimento de rotaciones cultivos – pasturas de INIA La Estanzuela, en el área de fertilidad de suelos (1963-2003). Simposio 40 años de rotaciones agrícolas – ganaderas. Serie Técnica N° 134: 1-7.
- Orellana de, J.; Pilatti, M.A. (1994). La estabilidad de agregados como indicador edáfico de sostenibilidad. *Ciencia del Suelo* 12: 75-80.
- Sasal, C.; Andriulo, A.; Galetto, M.; Ferreyra, C.; Abrego, F.; Bueno, M.; Rimatori, F.; de la Cruz, M.A. (2000). Efecto de la cobertura y de dos niveles de yeso sobre un suelo sodificado por riego complementario. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 8 p. Trabajo en CD.
- So, H.B.; Aylmore, L.A.G. (1993). How do sodic Soils Behave? The effects of sodicity on soil physical behaviour. *Aust. J. Soil Res.* 31:761-778.
- So, H.B.; Cook, G.D. (1993). The effect of slaking and dispersion on the hydraulic conductivity of clay soils. In *Soil Surface sealing and crusting* (J.W.A. Poesen and M.A. Nearing, Eds.). Cremlingen, Germany. *Catena Supplement* 24: 55-64.
- Sumner, M.E.; Miller, W.P. (1992). Soil crusting in relation to global soil degradation. *J. Altern. Agric.* 7: 56-62.
- Wallace, A. (1994). Use of gypsum on soil where needed can make agriculture more sustainable. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25 (1 and 2). 109-116.
- Wilson M.; Cerana J.; Valenti R.; Rivarola S.; Bancho C.; Díaz E.; Benavidez, R. (2001). Evaluación de la calidad del agua de riego y su relación con la condición de suelos arroceros. *Revista Fundación Proarroz. Resultados experimentales*. X: 51-59.
- Wilson, M.; Cerana J.; Valenti, R.; Díaz, E.; Duarte O.; De Batista J.J.; Rivarola, S.; Benavidez, R. (2002). Evaluación de la calidad del agua para riego en el área arrocera de Entre Ríos. *Cuadernos del CURIHAM* 8 (1). 31-39.
- Wilson, M.; Sione S.; Quintero C.; Cerana, J. (2004). Impacto del incremento en la participación del arroz en la rotación sobre la calidad de un Vertisol de Entre Ríos. *Revista Científica Agropecuaria* 8 (1): 109-116.

EVALUACIÓN AGROHIDROLÓGICA E HIDROQUÍMICA DE REPRESAS DE ALMACENAMIENTO CON DESTINO A ARROZ

*Lenzi, L.⁽¹⁾; Duarte, O.^(2,4); Dacunda, P.⁽³⁾; Ecclesia, R. P.⁽²⁾, García, L.⁽²⁾,
Romero, C.⁽²⁾; Díaz, E.⁽²⁾ y Casas, H.⁽⁴⁾*

⁽¹⁾Instituto Nacional del Agua–CRL. Patricio Cullen 6161 – Santa Fe
e-mail: llenzi@arnet.com.ar

⁽²⁾Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER. C C24 – Correo Central – Paraná

⁽³⁾Profesional Independiente. Concordia

⁽⁴⁾Dirección de Hidráulica de Entre Ríos. Paraná

INTRODUCCION

La Fundación PROARROZ ha subsidiado a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER y al Instituto Nacional del Agua para la ejecución del Proyecto: “DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL CON DESTINO A RIEGO, MEDIANTE EL USO DE EMBALSES DE RETENCIÓN – ALMACENAMIENTO EN ENTRE RÍOS”.

OBJETIVOS

Los objetivos son estimar el potencial del uso del agua superficial con destino a riego de arroz a partir de embalses de retención y almacenamiento de cuencas del Centro - Este de E. Ríos.

METODOLOGIA

Se aplicó la siguiente metodología:

- Cantidad de agua superficial:
 - implementación de una estación meteorológica en proximidades de un embalse de retención o almacenamiento,
 - planialtimetría del área afectada por el embalse,
 - monitoreo de las diferentes variables hidrometeorológicas intervinientes

- Calidad de agua superficial:
 - Toma de muestras de agua de embalse
 - análisis físico- químico del agua.

Para alcanzar los objetivos y atendiendo a la metodología se implementó:

- En seis embalses de la zona arrocerá irrigada a partir de represas, escalas hidrométricas.
- un tanque de evaporación normalizado según Servicio Meteorológico Nacional asociado con un anemómetro totalizador, en el Establecimiento "Estancia Santa María".
- Pluviómetros tipo "B" en área de los embalses: Miraflores I, Pileco, La Concepción, Santa María, La Colorada y Roque Mario Tito.

La toma de datos fue realizada por los encargados de los establecimientos, a los que se adiestró en la forma de toma de los datos de los registros de las observaciones diarias de las variables climáticas de los equipos instalados, lectura de las escalas hidrométricas, el registro de las horas de bombeo diarias y el número de bombas en funcionamiento.

Se tomaron muestras de agua, dos en período bajo riego, y uno al final de la campaña, en los diferentes embalses, para caracterizar químicamente la calidad de las mismas y su aptitud de agua para riego, y analizar la evolución en el tiempo de los parámetros más significativos (salinidad y sodicidad) e indicadores de contaminación por materia orgánica y fósforo.

Se procesaron asimismo los datos climáticos y de precipitaciones de la EEA INTA Concordia, INTA EEA Uruguay y la DPH San José de Feliciano, de manera de comparar los valores de la misma con los registros pluviométricos instalados en áreas de embalses.

De las seis estaciones hidrométricas instaladas, la correspondiente a la represa Miraflores II no tuvo un registro, y en la represas Miraflores I, Pileco y Roque M. Tito, por problemas debido a que las escalas quedaron fuera de la profundidad de medición y operativos de acceso al lugar de medición, la serie de registros finaliza en el mes de Febrero.

RESULTADOS

La Figura 1.a y 1.b presenta la ubicación relativa de las presas en estudio y el mismo área en la imagen satelital de la campaña 2003-04, con los límites de las cuencas de aporte a dichos embalses.

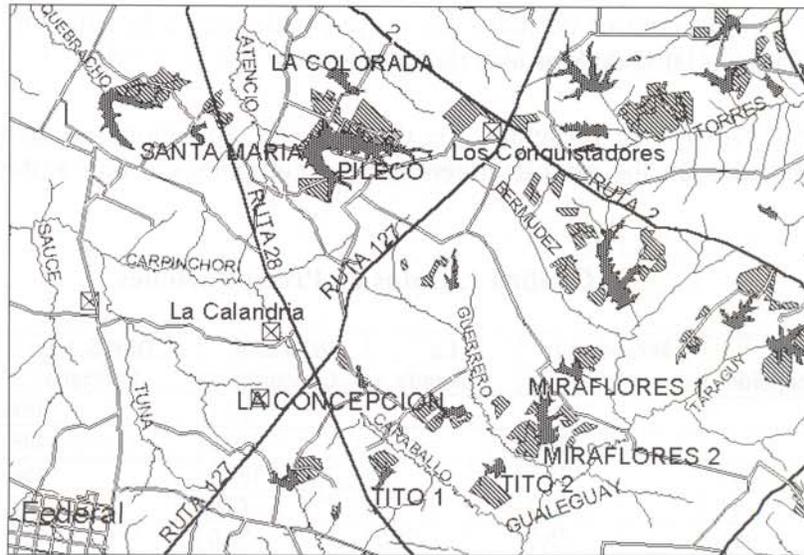


Figura 1.a. Croquis de ubicación de los embalses estudiados



Figura 1.b. Imagen Satelital Campaña 2003-04

Clima del período analizado

La información climática analizada fueron las precipitaciones en los distintos pluviómetros de las estancias, los datos de la estación evaporimétrica en la Estancia Santa María y como control de datos los correspondientes a la Estación INTA EEA Concordia y la de la DPH de San José de Feliciano.

En el Cuadro 1 se presentan los datos de precipitaciones registrados en las estaciones ubicados en los establecimientos y su comparación con ambas estaciones oficiales.

Cuadro 1. Datos de Precipitaciones

Mes	La Concepción	Miraflores I	La Colorada	INTA EEA Concordia	DPH S.J. de Feliciano	Estancia Santa María
Oct.				96.1	161.0	69.0
Nov		104.0		249.0	188.0	156.0
Dic	106.0	84.5		102.0	156.0	117.5
Ene	29.0	42.0		73.5	26.5	0.0
Feb	95.0	75.0	26.0	58.0	56.5	87.0
Mar	141.0	0.0	68.0	82.2	69.5	
Abr	232.0		204.0		137.6	
May	10.0		19.0		21.5	
Jun	35.0				24.0	

El Cuadro 2 muestra los datos de evaporación registrados durante el período de riego en las estaciones climáticas oficiales:

Cuadro 2. Datos de Evaporación de Tanque

Meses	INTA EEA Concordia	DPH S.J. de Feliciano
Oct.	105.4	117.3
Nov	133.1	141.8
Dic	130.9	151.5
Ene	143.3	179.9
Feb	133.3	134.0
Mar	164.7	132.7

El Cuadro 3 muestra los datos climáticos de la estación DHER de San José de Feliciano.

Área irrigada por los embalses

El Cuadro 4 presenta el área irrigada por cada uno de los embalses, valores que surgen a partir de lo informado por los propietarios y el relevamiento realizado por la Cátedra de Climatología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER campaña 2003/2004.

Cuadro 3. Datos Agro-climáticos de la DHER S.J. de Feliciano

Parámetro / mes	2003					2004					Unidad
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun		
Precipitación	161,0	188,0	156,0	26,5	56,5	69,5	137,6	21,5	24,0	mm	
Evaporación tanque	117,3	141,8	151,5	170,9	134,0	132,7	88,5	46,9	41,5	mm	
ET ₀	156,0	173,8	174,8	214,4	171,9	174,6	102,5	60,8	63,3	mm	
Radicación neta media	11,7	14,9	15,3	17,1	14,5	11,3	7,7	4,6	3,7	Mj.m ² /día	
Heliofanía media	7,3	9,2	8,7	10,4	9,5	8,3	6,0	4,4	4,2	Hora	
Radicación neta mensual	363,3	448,3	475,4	528,6	405,7	351,6	230,7	141,2	110,6	Mj.m ² /mes	
Heliofanía mensual	225,7	276,1	270,4	323,5	274,8	257,1	180,3	135,9	124,7	Horas	
Heliofanía teor. astronómica	397,8	409,3	436,2	429,1	368,1	380,0	340,4	328,4	306,6	Horas	
Temperatura media	20,2	21,7	22,3	26,1	24,2	23,4	20,5	13,3	14,7	°C	
Humedad Relativa media	80	80	80	78	76	75	86	88	88	%	
Velocidad viento 2m	6,6	6,3	6,2	4,9	5,2	4,4	5,0	4,4	5,1	Km/h	

Cuadro 4. Datos de los Embalses y superficie irrigada de arroz.

Embalses	Superficie (ha)			Superficie bajo riego de arroz (ha)	
	Cuenca	Embalse	Vegetada	Informada	Estimada
Santa María	834.2	145.9	0.0	300	271.8
La Concepción	463.0	75.0	0.0	100	121.8
Roque Tito	571.0	114.0	0.0	280	238.9
Miraflores I	1160.8	197.1	52.4	470	461.0
Miraflores II	1811.0	408.0	24.7	860	795.3
Pileco	7324.0	1534.0	906.0	1700	1330.7
La Colorada	1023.4	188.6	30.1	300	283.3

La Figura 2 presenta el comportamiento de las siguientes variables:

- variación de los niveles del agua en los embalses;
- precipitaciones registradas en el período de medición;
- caudales de bombeo en m³/hora/100

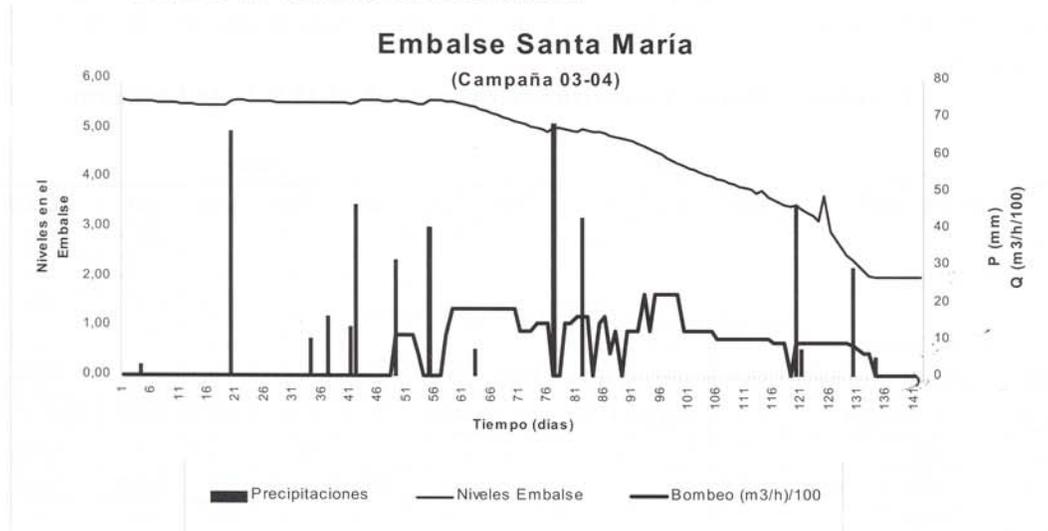


Figura 2. Niveles, Caudales y precipitaciones en el Embalse R. Santa María.

La Figura 3 presenta la evolución de los niveles hasta fines del mes de Junio, en el que se manifiesta las variaciones de niveles en el embalse en el período de riego y la recuperación posterior a partir de las lluvias registradas desde finales de bombeo:

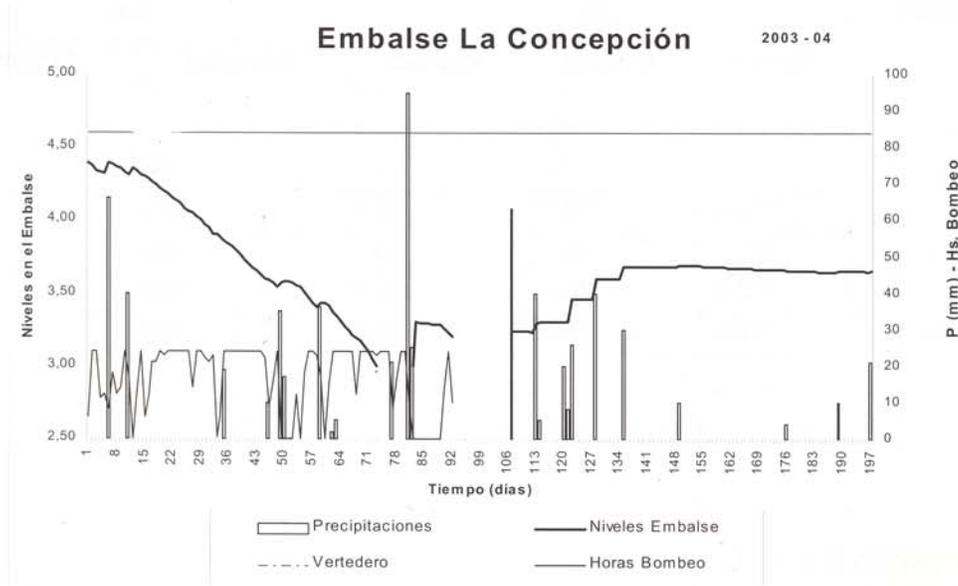


Figura 3. Niveles, Horas de bombeo y Precipitaciones embalse La Concepción.

Por otra parte se continuaron las mediciones sistemáticas en los embalses, y se cuenta con registro continuo en La Concepción, Santa María y La Colorada. La recuperación de los niveles en los distintos embalses se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Evolución de los embalses posterior al período de riego.

Embalse	Fecha					
	11/11/03	13/01/04	11/02/04	03/04/04	12/06/04	27/07/04
Santa María	5.20	4.28	3.55			0.495
La Concepción		4.02	3.45	3.24	3.635	3.600
Roque Tito						3.355
Miraflores I	5.86	4.57	3.90	S/E	S/E	S/E
Miraflores II		5.20	4.95			0.075
Pileco			4.41	S/E	S/E	4.175
La Colorada			2.55	0.22	0.725	0.670

Nota: S/E sin escala

Análisis de los registros históricos de Santa María

La represa de Santa María posee una superficie embalsada de 146 has con una cuenca de aporte de 834 ha, totalizando un volumen embalsado de 2,53 Hm³. La misma se encuentra ubicada en las nacientes del A° Quebracho que es afluente del A° Feliciano. La obra fue construida en 1993 y desde la campaña 1996/97 ha sido monitoreada. En el año 2003, se instaló una nueva escala hidrométrica como parte de este proyecto que es la actual referencia utilizada. En la campaña actual se instaló registrador continuo de niveles mediante un registrador acoplado a un mecanismo de relojería (Foto 1):



Foto 1. Limnógrafo Rincón Santa María

Se contó con la información registrada por uno de los autores del presente trabajo en el Establecimiento Santa María. El Cuadro 6 presenta una síntesis de los resultados más importantes registrados en dicho embalse: superficie irrigada, precipitaciones en el período de riego, litros de gas oil consumidos, variaciones de niveles hidrométricos y consumo específico de combustible por hectárea irrigada:

Cuadro 6. Datos de campañas en Estancia Santa María

Campaña	Superficie Irrigada (ha)	Ppt del Período (mm)	Tiempo de bombeo (hs)	Consumo Combustible (lt)	Variación del Embalse (m)	Consumo Específico (lts/ha)
96/97	275	447	2108	11500	3.40-0.24	41,82
97/98	300	1277	1028	6800	2.50-4.01	22,67
98/99	300	445	2535	9390	3.80-1.35	31,30
99/00	300	346	2736	15770	3.67-0.43	52,57
00/01	285	514	2216	13800	4.55-3.51	48,42
01/02	281	445	2456	18600	4.44-2.86	66,19
02/03	300	904		Eléctrico	6.36-5.44*	Eléctrico
03/04	300	430.		Eléctrico	5.57-1.98*	Eléctrico

* Valores correspondiente a nueva escala hidrométrica.

Análisis Químicos de muestras de agua del embalse

El Cuadro 7 presenta la síntesis preliminar de los datos analíticos de las determinaciones físico – químicas efectuadas a las muestras de agua de los siete embalses monitoreados en la campaña 2003-04. En los mismos se realizaron dos muestreos en época de riego (Enero y Febrero) y uno en Julio para evaluar la recuperación durante el período de lluvia y los correspondientes a las mediciones de la campaña 2002/03. Se han seleccionado las variables más representativas relacionadas al riego.

Cuadro 7. Síntesis de las análisis físico-químicos.

Parámetro	Unidad	Campaña 2002/03			Campaña 2003/04		
		Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo
C. Eléctrica	μS/cm	56	76	86	70	120	270
Sodio	mg/litro	6.18	14.9	19.0	8.7	15.3	33.8
RAS	meq/litro ^{1/2}	0.52	1.07	1.63	0.50	1.85	5.95
pH		5.2	5.76	6.08	5.81	6.65	7.26

La conductividad eléctrica media aumenta un 58 %, y el RAS medio de todas las muestras de los siete embalses y tres estados un 73 %.

CONCLUSIONES

Las condiciones especiales de pluviometría del período 2003/04 para el cultivo del arroz, han sido muy bajas.

Las conclusiones a las que se ha arribado a este nivel de avance de las tres campañas medidas es que la máxima superficie posible de irrigar a partir de represas de retención- almacenamiento es inferior a la diseñada por los proyectistas de las mismas.

Fueron confirmadas las conclusiones de las simulaciones matemáticas realizadas en el embalse Miraflores I para una serie de 12 años Brumatti (2002) y Brumatti et al (2003), utilizando un modelo de simulación, en el que indica que en condiciones naturales el embalse no alcanza a reponer las extracciones bajo riego y en años secos la superficie potencial a ser irrigada es menor al considerado en el proyecto para condiciones medias. Deberá por ello tenerse en cuenta los niveles en los embalses, la curva altura volumen (de manera determinar el volumen neto almacenado hasta la cota de succión del sistema de bombeo), la predicción climática y en función de ello determinar la superficie a regar en cada campaña.

Se dispone de información respecto a la calidad del agua superficial con destino a riego de las campañas 2001-02, 2002-03 y de la registrada en el período 2003-04. No se observan variaciones en los parámetros de conductividad eléctrica y RAS para las condiciones de embalses “llenos” y sí se presentan cambios de la salinidad y RAS en embalses casi “vacíos”, como los medidos a lo largo de esta última campaña.

En la campaña actual se midieron asimismo una mayor cantidad de parámetros físico – químicos (aniones y cationes), destacándose valores por encima de los normales de: Fósforo (P), Hierro Total (Fe) y Amonio (NO_4).

El aumento de la concentración de fósforo sería producto de la retención que generaría la presa ante los vertidos de fertilizantes en las arroceras ubicadas en las cuencas de aporte de los embalses. El Amonio indicaría descomposición de la materia orgánica presente.

Debería profundizarse las investigaciones en este sentido, de manera de evaluar el ciclo de los fertilizantes aplicados en las arroceras con la evolución del estado del embalse.

Finalmente, la recuperación de niveles de los embalses en el período posterior al riego hasta fines del primer semestre no ha sido significativa, debido a que las precipitaciones han sido por debajo de la media.

BIBLIOGRAFIA

- Ayers R.S. y D.W. Westcot (1987). *La calidad del agua en la agricultura*. Estudio FAO: Riego y drenaje. 85 p.
- Brumatti, C. (2002). "Caracterización hidrológica e hidráulica de una presa de retención con destino a riego en la Provincia de Entre Ríos". Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNER. 42 páginas y Anexos.
- Brumatti, C.; Duarte, O. y Lenzi, L. (2003). "Evaluación Hidrológica de una presa para riego de arroz en Entre Ríos". Tercera Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas y I Reunión de Extensión. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNER. Oro Verde. 13 de Junio de 2003. Resumen en página 28.
- Carñel G., Díaz E., Duarte O., Wilson M. y L. Lenzi (2002). "*Identificación y cuantificación de las presas para riego en la provincia de Entre Ríos*". Congreso Argentino de presas y aprovechamientos hidroeléctricos. San Juan, Argentina. 8 p.
- Chow V. T., Maidment D., Mays L. *Hidrología Aplicada*". Ed. Mc. Graw Hill.
- Custodio E., Llamas M. (1984). *Hidrología Subterránea*. Ed. Omega, Barcelona. España.
- Lenzi, L., Duarte O., Díaz, E., Wilson, M. y Brumatti, C. (2002). "Primeras determinaciones del Balance Hídrico en un embalse de Retención con destino a Riego en la Provincia de Entre Ríos -Campaña 2001-2002". Resultados Experimentales 2001-2002. Vol XI. pp 71-79.
- Lenzi, L.; Duarte, O. ; Dacunda, P.; Reggiardo, E., De Meda, C. y Eclecia, P. (2003). Disponibilidad de agua superficial con destino a riego, mediante el uso de embalses de retención– almacenamiento en Entre Ríos. Resultados Experimentales 2002-2003. Vol XII. In separata.
- Wilson, M.; Valenti, R.; Cerana, J.; Díaz, E.; Reggiardo, E.; Barral, G.; Dacunda, J.; Chajud, A. Y Befani, M. (2002,a). "Calidad del agua de riego de origen superficial y su relación con la condición de suelos arroceros ". Resultados Experimentales 2001-2002. Vol XI. pp 51-61.
- Wilson M., Cerana J., Valenti R., Díaz E., Duarte O., De Batista J.J., Rivarola S. y R. Benavidez (2002bb). "*Evaluación de la calidad del agua para riego en el área de Entre Ríos*". Revista del CURIHAM. Vol VIII. Número 1. Septiembre de 2002. pp 31-39.

“PREFACTIBILIDAD ECONOMICA DE LA CONVERSION DEL RIEGO DE ARROZ UTILIZANDO ENERGÍA ELÉCTRICA. AREA COOPERATIVA ELECTRICA VILLAGUAY”

*Weinbaur G.; Díaz, E.; Romero, C. y G. Villanova
Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNER
CC 24. Correo Central. Paraná. Entre Ríos
Tel/FAX: 0343-4975075 / 083*

INTRODUCCIÓN

Más del 60 % de la producción de arroz de la provincia de Entre Ríos se realiza utilizando pozos profundos como fuente de agua, presentando una alta demanda energética, donde la principal fuente de potencia son los motores diesel, de 100 a 220 CV y un consumo de combustible de 15 a 31 litros/hora.

La demanda de agua de una arrocera es de 9000 a 14000 m³/ha/año, los rendimientos de bombeo de pozos se encuentran entre los 10 a 22 m³ de agua extraída por litro de gasoil, significando un consumo de 480 a 750 litros de gasoil por hectárea y por campaña. Este gasto de combustible incide en un 35 a 45 % sobre los costos directos de la producción de arroz (campaña 2002/03).

La realización del censo arrocero realizado en Entre Ríos por la Fundación Pro Arroz en la campaña 2000-2001 y los relevamientos satelitales y trabajo a campo efectuado por la Facultad de Agronomía de Oro Verde, marcan una importante caída en referencia a las 157000 has. del ciclo 1998-1999, siendo el sistema de riego con pozo profundo el responsable del total de la disminución del área sembrada debido a la inviabilidad de este sistema en ese contexto de precios del producto y costos de producción. La información de la fuente de agua utilizada en el riego y las superficies involucradas puede verse en la Tabla 1, Carñel et al (2003).

Tabla 1.: Superficie regada por agua de distinta fuente en cuatro campañas agrícolas.

Campaña	Origen Fuente de agua	Superficie (ha)	Porcentaje
2000/01	Represa	14.722	23,4
	Superficial	3.368	5,3
	Subterránea	44.736	71,2
2001/02	Represa	11.980	29,2
	Superficial	2.431	5,9
	Subterránea	26.566	64,8
2002/03	Represa	16.287	32,7
	Superficial	4.740	9,5
	Subterránea	28.703	57,7
2002/03	Represa	19.219	32,8
	Superficial	8.171	13,9
	Subterránea	31.234	53,3

Otro dato preocupante es la continua disminución de productores arroceros, habiendo sido censados 243 en la campaña 2000-2001, 450 en la campaña 1999-2000 y aproximadamente 600 en la campaña 1998-1999, lo que significa la desaparición del 60%, este proceso ha comenzado a revertirse a partir de 2001/02.

Es por ello de gran importancia, económica y social el estudio de una alternativa para la expansión del área sembrada en nuestra provincia. Por lo tanto es necesario analizar el sistema de riego utilizando otra alternativa para proponer si es factible y económico el cambio de los sistemas de extracción para el riego del arroz (Díaz et al, 2003).

Según Pozzolo et al (2001) el 8,3 % de las perforaciones utilizan motores eléctricos, sobre 121 motores encuestados, por lo que más del 90 % utiliza motores de combustión interna.

De los sistemas de bombeo a partir de perforaciones analizadas un total de 30 pozos (52%) tienen un rendimiento inferior al 45%, mientras que los 28 sistemas restantes (48%) superan el 45% de rendimiento, de ellos solo 6 sistemas presentan un rendimiento superior al 60%, Díaz et al (op cit).

Por ello puede concluirse que existe un margen de 30% al 40% para mejorar los rendimientos de sistemas, lo que implica entre un 30 y 40% de reducción de costos, que traducido en consumo de combustibles para 80 ha y 6000 m³/ha, en un planteo como el de la campaña 02-03, de bajo requerimiento de agua, y un caudal de 400 m³/hs, implica 1200 hs de bombeo.

Por otra parte, en los sistemas de bombeo de agua subterránea para el riego de arroz se puede decir que los consumos de combustible líquidos oscilan entre los 10.2 a 33.6 l/h, y un promedio de 23.3 l/h, mientras que los consumos de energía eléctrica fueron entre 50 y 93.2 Kw/h y un promedio 75,9 KW/h (Díaz et al, op cit).

Finalmente, en la evaluación económica de la conversión de pesos gastados en combustibles en metros cúbicos de agua, el cambio de las condiciones de mercado han hecho que el uso de la energía eléctrica resulte altamente favorable a cualquier otro combustible, con conversiones superiores a los combustibles líquidos.

OBJETIVOS:

- Evaluación del beneficio económico en el cambio de sistema de extracción para Riego de Arroz (beneficio económico motor eléctrico vs. explosión).
- Determinar cuantos productores (lotes arroceros implementados) están en condiciones para llevar a cabo el cambio de sistema debido a distancias a las redes de media tensión y al costo que ello demanda.
- Generar una base de datos asociando para distintas distancias a las líneas de media tensión de los lotes con perforaciones con destino al riego.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Para alcanzar los objetivos de este trabajo se utilizó la información elaborada en las tres ultimas campañas 00/01, 01/02, 02/03, y procesada por la Cátedra de Climatología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en la Figura 1.

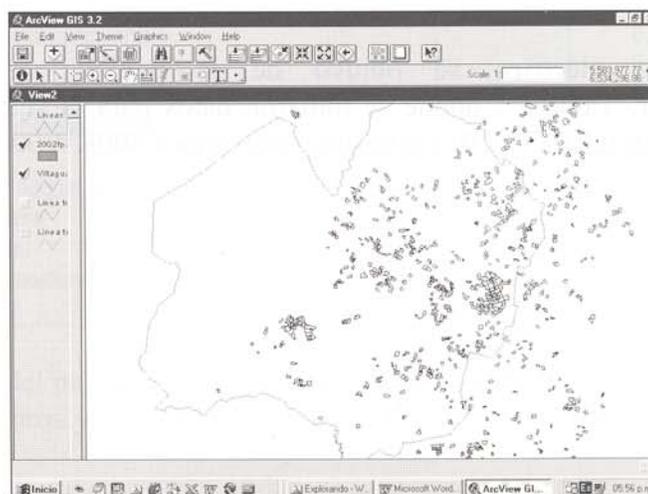


Figura 1. Lotes Arroceros campaña 02/03

La Figura 2 muestra la ubicación de las líneas y de la distribución de las mismas correspondiente a la Cooperativa de Energía Eléctrica de Villaguay.

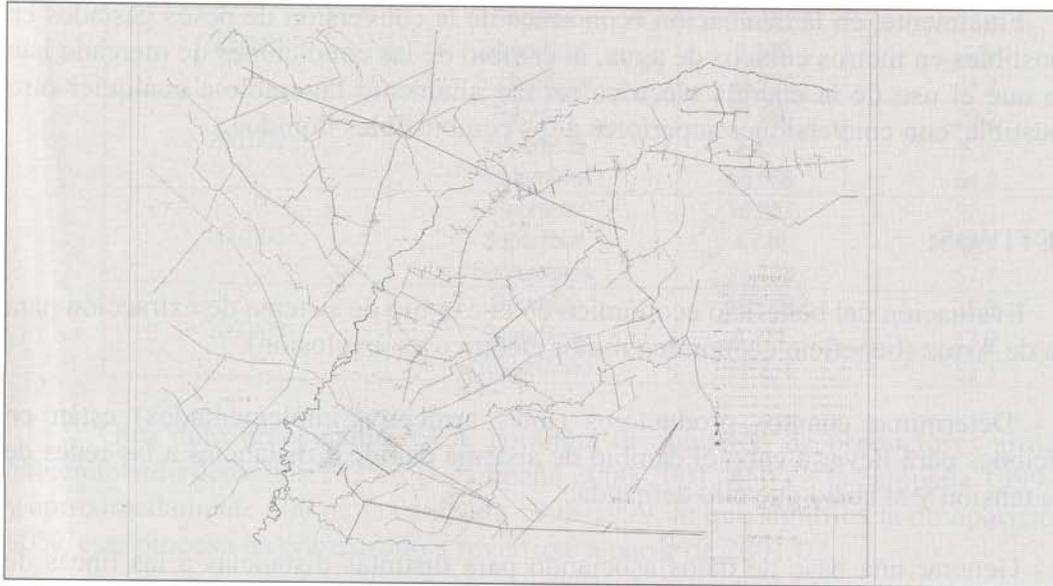


Figura 2. LAT Cooperativa Villaguay.

Se ha realizado una recopilación de información de datos en las empresa EDERSA y proveedores privados de la Provincia.

El tarifario eléctrico se obtuvo de la página web de EDERSA www.edersa.com.ar, Tabla 2, donde se tomaron datos para la situación de grandes demandas mayores o igual 50 KW y consumos mayores a 300KW/mes.

Tabla 2. Tarifario de EDERSA

	\$/mes	\$/KW/mes	\$/KW/mes
NIVEL DE TENSION 380 V			
Cargo fijo	136.07		
Por capacidad de suministro en horas de punta		5.53	
Por capacidad de suministro en hs node punta.		4.52	
Cargo fijo por potencia adquirida.		4.45	
Por consumo de energía			
Periodo horas restantes.			0.0550
Periodo horas de valle nocturno.			0.0424
Periodo horas de punta.			0.0593
NIVEL DE TENSION 13.2 KV			
Cargo fijo	304.80		
Por capacidad de suministro en horas de punta		3.40	
Por capacidad de suministro en hs fuera de punta.		2.78	
Cargo fijo por potencia adquirida.		4.61	
Por consumo de energía			
Periodo horas restantes.			0.0535
Periodo horas de valle nocturno.			0.0412
Periodo horas de punta.			0.0593
NIVEL DE TENSION DE 33 KV			
Cargo fijo	381.01		
Por capacidad de suministro en horas de punta:		1.42	
Por capacidad de suministro en hs fuera de punta.		1.16	
Cargo fijo por potencia adquirida.		4.31	
Por consumo de energía			
Periodo horas restantes.			0.0510
Periodo horas de valle nocturno.			0.0393
Periodo horas de punta.			0.0566
NIVEL DE TENSION DE 132 KV			
Cargo fijo	435.43		
Por capacidad de suministro en horas de punta:			
Cargo por operación y mantenimiento.		0.08	
Cargo por expansión.		0.19	
Por capacidad de suministro en hs fuera de punta:			
Cargo por operación y mantenimiento.		0.07	
Cargo por expansión		0.15	
Cargo fijo por potencia adquirida		4.13	
Por consumo de energía			
Periodo horas restantes.			0.0496
Periodo horas de valle nocturno.			0.0382
Periodo horas de punta.			0.0550

El costo del pase del sistema actual al sistema eléctrico se detalla en las Tablas 3 y 4, los elementos y el costo que representa, a partir de una Empresa Privada y de EDERSA.

Tabla 3: Presupuesto de Empresa Privada

	Unidad de medida	Precio por Unidad
Línea completa 13.2 K.W.	Km.	\$10400
Costo transformador 160 KWA.	Global	\$7690
Motor (160 KWA) Pilar. Caja. Llave. Correa.	Global	5400 U\$S x 3 = \$ 16.200
Motor (160 KWA) con arranque suave.	Global	8145 U\$S x 3 = \$ 24.435

Tabla 4: Presupuesto de EDERSA

	Unidad de medida	Precio por Unidad
Costo de líneas 7.62 Kva	Km.	\$ 9340
Costo de líneas 13.2 Kva bifasico.	Km.	\$13247
Costo de líneas 13.2 Kva	Km.	\$18167
S.E.T.D 63	Global	\$6200
S.E.T.D 100	Global	\$8504
S.E.T.D 160	Global	\$9872

RESULTADOS

Se determinaron las distancias desde los lotes arroceros determinados mediante un SIG basado en los datos de teledetección y las líneas de alta tensión (13.2 y 33 kv) de la Cooperativa Eléctrica de Villaguay y EDERSA a los efectos de elaborar una tabla de distancias, número de lotes, porcentaje de productores y superficie de los distintos lotes.

La base de datos de los productores se basa en separar las categorías en propietarios en función de las distancias a las líneas de alta tensión desde el centro del lote arrocero para la campaña 02/03 (dado que del relevamiento satelital no se dispone de la ubicación de las perforaciones), la Tabla 5 presenta la distribución para 263 potreros ubicados en el área servida por la Cooperativa Eléctrica Villaguay que representan una superficie de 10.038 has de lotes irrigados a partir de perforaciones, lo que significa el 34.97 % de las hectáreas irrigadas (28.703 has en dicha campaña). La Figura 1 presenta una representación de dichos datos. Surge que 43 potreros (15 % de la superficie) se encuentra a menos de 3 km de una LAT, 61 potreros (25 %) a menos de 4 km y 129 potreros (50 %) a una distancia inferior a 8 km.

Tabla 5. Distribución de los lotes arroceros en función de la distancia

Distancia	Superficie	Acumulada	Area Acumulada	Lotes	Lotes Acumulados
(km)	(ha)	(ha)	(%)		
1.0	746	746	5.55	18	18
1.5	265	1011	7.52	6	24
2.0	400	1411	10.50	4	28
2.5	511	1922	14.30	9	37
3.0	197	2119	15.76	6	43
3.5	559	2678	19.92	11	54
4.0	512	3190	23.73	7	61
4.5	581	3771	28.05	9	70
5.0	702	4473	33.28	14	84
6.0	722	5195	38.65	12	96
7.0	892	6087	45.28	18	114
8.0	907	6994	52.03	15	129
9.0	236	7230	53.79	6	135
10.0	748	7978	59.35	20	155
11.0	702	8680	64.57	13	168
12.0	429	9109	67.77	9	177
13.0	802	9911	73.73	16	193
14.0	708	10619	79	15	208
15.0	667	11286	83.96	13	221
16.0	607	11893	88.48	9	230
17.0	299	12192	90.70	7	237
18.0	574	12766	94.97	11	248
20.0	252	13018	96.85	6	254
22.0	249	13267	98.70	5	259
31.5	175	13442	100	4	263

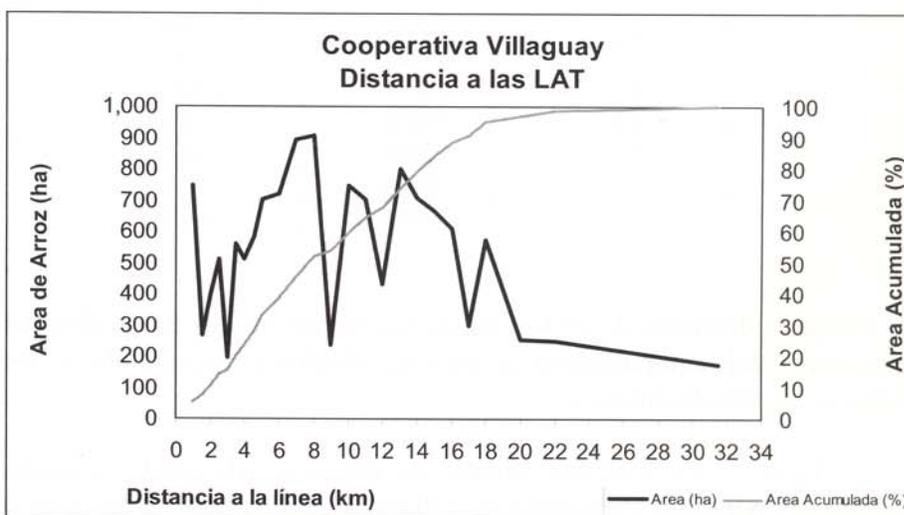


Figura 1. Superficie Parcial (ha) y acumulada (%) de los lotes en relación a la distancia a la LAT

La Tabla 6 presenta un análisis económico de los costos de conversión del sistema actual al sistema eléctrico asumiendo los valores indicados por las Empresas Privadas, que el valor neto del gas oil ante de impuestos (ITC e IVA) es de 1,03 \$/lt, y que se utiliza un motor que consume 23.3 lt/hora y extrae un caudal de bombeo de 380 m³/hora, para una superficie de 80 ha, trabajando 2100 horas en una campaña, significan \$ 50.593/campaña. El costo de la energía eléctrica se asume como el costo fijo producto del cargo fijo mensual, del suministro en horas pico, valle y nocturna de \$ 14.976, a lo que se adiciona el costo variable de la potencia consumida con un motor de 90KW/hora, de \$ 9349, significando un valor por campaña de \$ 24.325. Por lo que el ahorro por cada campaña es de \$ 26.268

El análisis de la amortización no tiene en cuenta los costos de recupero del equipo de bombeo actual (bomba y motor a explosión), ni tasa de interés de redescuento.

Tabla 6. Prefactibilidad Económica de la conversión

Distancia Pozo - Línea (km)	Costo Equipo Para 80 ha (\$)	Años para amortizar Inversión 80 ha
0.5	29090	1.11
1.0	34290	1.31
1.5	39490	1.50
2.0	44690	1.70
2.5	49890	1.90
3.0	55090	2.10
3.5	60290	2.30
4.0	65490	2.49
4.5	70690	2.69
5.0	75890	2.89
5.5	81090	3.09
6.0	86290	3.28
6.5	91490	3.48
7.0	96690	3.68
7.5	101890	3.88
8.0	107090	4.08

Para una distancia de 20 km serían necesarios menos de 9 años para amortizar la conversión del equipamiento a energía eléctrica, atendiendo a los supuestos señalados en el párrafo anterior.

La Tabla 7 presenta los valores de potencia adicional necesario en el área servida por la Cooperativa Eléctrica de Villaguay para garantizar los requerimientos de los productores asumiendo para una superficie de 80 ha una potencia de 90 Kw/hora (1.125 Kw/hora/ha).

CONCLUSIONES

Se ha generado una base de datos de lotes arroceros irrigados en la campaña 2002/03 a partir de perforaciones en el área servida por la Cooperativa Eléctrica de Villaguay.

Se han determinado las relaciones de superficie y número de potreros arroceros localizados a distancias hasta 31.5 km de líneas existentes.

Se ha determinado el costo de la instalación de un sistema basado en energía eléctrica tomando valores de empresas privadas de la zona y se dispone de los precios de referencia de EDEERSA.

De transformarse todo el sistema a energías eléctrica sería necesario a nivel de productores la construcción de 2385.84 km. de líneas privadas, si no se modifica el actual tendido por parte de la Cooperativa, en 263 potreros independientes, lo que totalizaría una inversión privada de \$ 31.095.806,00.

Ha podido estimarse a nivel de factibilidad técnica y económica asumiendo los valores actuales de los combustibles líquidos y del cuadro tarifario vigente de EDEERSA el tiempo en años (campañas arroceras) para amortizar una inversión estimada para 80 ha.

Los valores a este nivel de prefactibilidad indican que el 15 % de los potreros (43) demoraría en promedio 2,10 campañas en amortizar la reconversión. Para el 25 % del área analizada el tiempo alcanza los 2,49 campañas y para el 50% de la superficie es de 4,08 años o campañas.

Tabla 7. Potencia Adicional a suministrar a las LAT

Lotes	Area Acum. (ha)	Area Acum (%)	Pot. Necesaria (Mw/hora)
18	746	5.55	0.84
24	1011	7.52	1.14
28	1411	10.50	1.59
37	1922	14.30	2.16
43	2119	15.76	2.38
54	2678	19.92	3.01
61	3190	23.73	3.59
70	3771	28.05	4.24
84	4473	33.28	5.03
96	5195	38.65	5.84
114	6087	45.28	6.85
129	6994	52.03	7.87
135	7230	53.79	8.13
155	7978	59.35	8.98
168	8680	64.57	9.77
177	9109	67.77	10.25
193	9911	73.73	11.15
208	10619	79.00	11.95
221	11286	83.96	12.70
230	11893	88.48	13.38
237	12192	90.70	13.72
248	12766	94.97	14.36
254	13018	96.85	14.65
259	13267	98.70	14.93
263	13442	100.00	15.12

Será necesario asimismo, analizar la disponibilidad de obras necesarias para garantizar que las actuales líneas o las obras necesarias a construir (transformadores de potencia, nuevos trazados, etc) para poder suministrar el aumento de potencia requerido por las obras, que han sido estimadas para este nivel de proyecto en 2.01, 3.02 y 6.63 Mw/hora para conversiones del 15, 25 y 50 % de la superficie irrigada en la campaña 2002/03 en el área servida por la Cooperativa Eléctrica de Villaguay. La Energía suministrada por EDEERSA a la Provincia de Entre Ríos en el año 2002 es de 1706 Gw - hora, por lo que el incremento significaría un aumento menor del 1 % del total provincial.

El análisis previo desarrollado indica que los productores ubicados hasta una distancia de 5 kilómetros de las líneas más cercanas estarían en condiciones de proyectar la conversión a sistemas eléctricos, con un recupero de la inversión inferior a 3 años (bajo los supuestos considerados).

Finalmente, para pasar a una etapa de factibilidad económica deberá disponerse de las características técnicas de las líneas de alta tensión de las distintas cooperativas, de la red de EDEERSA y realizar análisis por área para determinar la necesidad de aumentar la capacidad de transporte de las actuales líneas.

BIBLIOGRAFIA

Brizuela, A. y Cañel, G. (2001). "Relevamiento del área sembrada con arroz campaña 2000-2001 en la Provincia de Entre Ríos". Resultados experimentales 2000-2001 INTA PROARROZ. Volumen X. Pág. 84-92

Cañel, G.; Brizuela, A.; Romero, C. (2002). "Estimación de área de siembra de arroz 2001-2002 en la provincia de Entre Ríos mediante Teledetección y SIG". Resultados experimentales 2001-2002 INTA PROARROZ. Volumen XI. Pág. 39-44.

Cañel, G.; Brizuela, A.; Romero, C. (2003). "Estimación de área de siembra con arroz en Entre Ríos campaña 2002-2003 mediante Teledetección y SIG". Resultados experimentales 2002-2003 INTA PROARROZ. Volumen XII. Pág. 55-60

Díaz, E.; Mendieta, M. y Barral, G. (2003). "Evaluación de los sistemas de bombeo de agua subterránea para el riego del cultivo de arroz en Entre Ríos". Resultados experimentales 2002-2003 INTA PROARROZ. Concordia. En Prensa

Reggiardo, E. (1999). "Sistemas arroceros de la provincia de Entre Ríos". Fundación Proarroz. Inédito.

Pozzolo, O.; Grancelli, R.; Roskoff, R. y R. González (2002). "Análisis del Sector arrocero de la Provincia de Entre Ríos. Informe Preliminar". 11 páginas. INTA. Inédito.

Silvero, J.A. (2004). "Plan Piloto para reconversión del riego arrocero a energía eléctrica. Evaluación del impacto en la economía entrerriana". FEDENAR. 14 páginas. 2 planos. Inédito.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CALIDAD

Malagrina G.M.¹, Arguissain G.G.¹

I. EEA INTA C. del Uruguay

Introducción

Es frecuente observar que la cantidad de semilla que se siembra representa el doble del número necesario para asegurar un stand de plantas adecuado. El bajo vigor de plántula es sin dudas la causa más importante de esta baja eficiencia. (Sheshu D.V. et al, 1988)

Mediante la elección del manejo que se dará a los lotes destinados a producción de semilla se podría mejorar la calidad de la misma. Un incremento en el valor cultural de la semilla beneficiaría la implantación del cultivo obteniendo un stand adecuado de plantas con uniformidad de crecimiento.

Dentro de los insumos de la producción arrocera el valor de la semilla es de bajo impacto sobre los costos de producción, mientras que el stand de plantas logrado es de alto impacto sobre la productividad del cultivo. La obtención de tecnología para producción de semilla de calidad, permitiría obtener notables beneficios en la implantación, crecimiento y desarrollo del cultivo y en consecuencia en el rendimiento.

El objetivo del trabajo fue evaluar en una línea promisorio de arroz, la calidad de semilla obtenida a partir de diferentes manejos de los lotes destinados a producción de semilla.

Materiales y métodos

El ensayo se condujo en el Campo Experimental de Arroz de la EEA INTA C. del Uruguay durante la campaña 2003-2004.

La siembra se realizó con la línea promisorio Anteras 4774 el 7 de noviembre sobre suelo Vertic haplaquept, con un contenido de materia orgánica de 1.85%, P disponible (Bray I) 8,95 ppm, N total de 0,078% y pH de 5,5. La densidad de siembra fue de 120 Kg/ha. La emergencia se produjo el 22 de noviembre y la floración el 3 de marzo.

El diseño experimental utilizado fue en parcelas subdivididas con cuatro repeticiones.

La parcela principal la constituyó las dosis de fertilización:

- 1) Testigo (sin aplicación adicional de urea).
- 2) Fertilizado en prefloración (20/2/04) con 120 Kg de urea/ha.

Las subparcelas las constituyeron las aplicaciones de fungicida. El fungicida utilizado fue Amistar en dosis de 500ml p.f./ha. La aplicación se realizó con un equipo Weed Systems con propulsión de CO₂, con barra de 4 picos abanico plano, con un caudal de 250lts/ha, resultando los siguientes tratamientos:

- 1) testigo,
- 2) aplicación en floración y en llenado de grano (3 y 18/III/04).

Los momentos de corte constituyeron las sub-subparcelas:

- 1) 26 de marzo: 23 días post floración (DDF).
- 2) 13 de abril: 42 DDF.
- 3) 04 de mayo: 63 DDF.

El tamaño de las unidades experimentales fue de 6 m², siendo el área de cosecha de 3m². Se cosechó manualmente y se trilló con una trilladora experimental.

Se determinó PMG para todos los tratamientos.

Para los ensayos de germinación se evaluaron los tres momentos de cosecha en ambos niveles de fertilización, y los tratamientos de aplicación de fungicidas. Se sometió a las semillas a tratamiento térmico por cuatro días a 50°C previo al inicio del ensayo, con el objeto de romper dormición. (Takahashi N., 1995 y De Datta S., 1993).

Se evaluó el número de semillas con inicio de germinación (emergencia de radícula); número de semillas germinadas presentando radícula mayor de 0,2 cm; número de semillas germinadas despuntando primera hoja y número de semillas con desarrollo fúngico perceptible a simple vista. Se utilizó un total de 200 semillas por repetición para cada tratamiento. La germinación se realizó en cajas de Petri acondicionadas con tres discos de papel absorbente y 10 ml de agua destilada. Las mismas se llevaron en bandeja envuelta en una bolsa de polietileno a cámara de crecimiento a 16°C, en oscuridad y 100% de humedad ambiente. Se escogió la temperatura de 16°C, pues se condice con el promedio de temperatura a 5 cm de profundidad de suelo para fechas de siembra normales en dicha región (del 15/9 al 15/10). Dicha temperatura fue testeada en ensayos anteriores mostrando elevados valores de correlación de los datos obtenidos en laboratorio respecto de los obtenidos a campo. (Malagrina 2003, datos no publicados)

Se efectuaron los análisis de varianza de las variables evaluadas. Para la evaluación de los datos de germinación los valores relevados fueron transformados mediante la fórmula: $\sqrt{y_{ij} + 1/2}$.

Resultados y discusión

PMG

No se observaron interacciones entre las variables analizadas, por lo cual se analizan los efectos principales.

El PMG promedio del ensayo fue de 24,61 gr.

La primera fecha de cosecha presentó valores significativamente menores que los obtenidos en la segunda y la tercer fecha. Cuadro 1.

FECHA DE COSECHA	PMG
Primera (23 DDF)	23,99 b
Segunda (42 DDF)	24,90 a
Tercera (63 DDF)	24,94 a

Cuadro 1: Valores de PMG para las tres fechas de cosecha. Valores con letras iguales dentro de cada columna no difieren significativamente según Duncan ($P > 0,05$).

En los cuadros 2, 3 y 4 se indican los promedios de PMG de los distintos tratamientos para cada una de las fechas de cosecha.

En los mismos se observa que en las tres fechas de cosecha el tratamiento con fungicida manifestó valores significativamente más elevados del PMG que el testigo sin aplicación de fungicida.

De la misma forma, todos los tratamientos con adición de fertilizante presentaron valores de PMG superiores a los testigos, aunque las diferencias no fueron significativas.

PMG 1 ^{ra} FECHA DE COSECHA	SIN FERTILIZANTE	CON FERTILIZANTE	PROMEDIO FUNGICIDA
SIN FUNGICIDA	23.63	24.09	23.86 b
CON FUNGICIDA	23.91	24.36	24.14 a

Cuadro 2: Valores de PMG promedio para la primera fecha de cosecha. Valores con letras iguales dentro de cada columna no difieren significativamente según Duncan ($P > 0,05$).

PMG 2 ^{da} FECHA DE COSECHA	SIN FERTILIZANTE	CON FERTILIZANTE	PROMEDIO FUNGICIDA
SIN FUNGICIDA	24.38	24.86	24.62 b
CON FUNGICIDA	25.11	25.27	25.19 a

Cuadro 3: Valores de PMG promedio para la segunda fecha de cosecha. Valores con letras iguales dentro de cada columna no difieren significativamente según Duncan ($P > 0,05$).

PMG 3 ^{ra} FECHA DE COSECHA	SIN FERTILIZANTE	CON FERTILIZANTE	PROMEDIO FUNGICIDA
SIN FUNGICIDA	24.43	24.95	24.69 b
CON FUNGICIDA	25.07	25.31	25.19 a

Cuadro 4: Valores de PMG promedio para la tercer fecha de cosecha. Valores con letras iguales dentro de cada columna no difieren significativamente según Duncan ($P > 0,05$).

Generalmente, las semillas más pesadas suelen presentar un mejor comportamiento en el proceso de germinación, tal vez relacionado con un mayor nivel de reservas. Por lo tanto, el incremento significativo del PMG obtenido mediante la aplicación de fungicidas favorecería en forma substancial al proceso de germinación. La utilización de fertilizante nitrogenado en prefloración mostraría la misma tendencia, sin embargo dicho incremento no es significativo.

Ensayos de germinación

Los datos germinativos se tomaron diariamente desde inicio del ensayo hasta el onceavo día. Al cuarto día se detectó visualmente las primeras manifestaciones del proceso de germinación. A partir de dicho día el tendencias observadas en cada uno de los tratamientos mantuvo similar comportamiento hasta el final del ensayo, por lo cual se muestran en el presente trabajo los datos de inicio y finalización del mismo.

Observación al quinto día:

Al quinto día de inicio del ensayo para las determinaciones de semillas con inicio de germinación y semillas germinadas con longitud de radícula mayor de 0,2 cm se observaron interacciones para fungicida x fecha de cosecha y para fertilizante x fecha de cosecha.

Interacción fungicida-fecha de cosecha: En la primer fecha de cosecha no se observaron diferencias entre tratamientos de fungicida tanto para número de semillas con inicio de germinación como para el número de semillas germinadas con radícula mayor de 0,2 cm de longitud.

La falta de efecto del fungicida se asocia a que en una cosecha temprana la incidencia de enfermedades que afectan la cáscara del grano, es menor. Ver cuadros 5 y 6.

La segunda fecha de cosecha manifestó el mejor comportamiento germinativo. El número de semillas iniciadas en segunda fecha de cosecha para el tratamiento sin fungicida no mostró diferencias con los valores obtenidos de la primer fecha de cosecha.

A partir de la segunda fecha de cosecha se observa la importancia de haber realizado la aplicación de fungicida, pues el tratamiento con aplicación de fungicida manifestó diferencias significativas respecto del testigo, para ambas variables.

% SEMILLAS INICIADAS	1 ^{ra} FECHA DE COSECHA	2 ^{da} FECHA DE COSECHA	3 ^{ra} FECHA DE COSECHA
SIN FUNGICIDA	90 b	90 b	65 d
CON FUNGICIDA	86 b	98 a	79 c

Cuadro 5: Porcentaje de semillas con inicio de germinación al quinto día del ensayo. Valores con letras iguales no difieren significativamente según Duncan ($P > 0,05$).

% SEM. C/ RAÍZ >0,2 CM	1 ^{ra} FECHA DE COSECHA	2 ^{da} FECHA DE COSECHA	3 ^{ra} FECHA DE COSECHA
SIN FUNGICIDA	21 c	36 b	6 d
CON FUNGICIDA	20 c	57 a	19 c

Cuadro 6: Porcentaje del número de semillas germinadas con longitud de radícula mayor de 0,2 al quinto día del ensayo. Valores con letras iguales no difieren significativamente según Duncan ($P > 0,05$).

Para la tercer fecha de cosecha se obtienen, los valores más bajos respecto de las otras dos fechas de cosecha ($P < 0,05$). Asimismo, dentro de dicha fecha, se observan diferencias significativas entre los tratamientos de fungicida, siendo el testigo sin aplicación de fungicida el menor porcentaje de semillas iniciadas y de semillas germinadas con radícula mayor de 0,2 cm de longitud.

El incremento en el tiempo que el grano se encuentra en planta, sometido a condiciones de campo, favorecería el desarrollo fúngico condicionando el proceso de germinación.

Interacción fertilizante-fecha de cosecha: En la primer fecha de cosecha no se observaron diferencias entre tratamientos de fungicida para ninguna de las dos variables analizadas.

El número de semillas iniciadas resultó elevado en la primera y segunda fecha de cosecha, sin observar efecto por el agregado de fertilizante. Para la tercera fecha, el agregado de fertilizante produjo un incremento en el número de semillas iniciadas, aunque fue menor a los valores obtenidos en la primer y segunda fecha de cosecha. La cosecha en tercera fecha y sin el agregado de fertilizante presentó el menor valor de semillas iniciadas. Cuadro 7.

% SEMILLAS INICIADAS	1 ^{ra} FECHA DE COSECHA	2 ^{da} FECHA DE COSECHA	3 ^{ra} FECHA DE COSECHA
SIN FERTILIZANTE	87 a	93 a	67 c
CON FERTILIZANTE	88 a	95 a	78 b

Cuadro 7: Porcentaje de semillas con inicio de germinación al quinto día del ensayo. Valores con letras iguales no difieren significativamente según Duncan (P > 0,05).

El número de semillas germinadas con radícula con longitud mayor de 0,2 cm presentó idéntico comportamiento que en la interacción fungicida x fecha de cosecha. En el tratamiento sin adición de fertilizante nitrogenado en prefloración, se observa que al pasar de una primera fecha de cosecha a una segunda, se incrementan significativamente los valores, para decaer abrupta y significativamente en la tercer fecha de cosecha. En el tratamiento con adición de fertilizante el comportamiento es similar, con la diferencia que el valor en la segunda fecha es considerablemente superior al del testigo sin fertilización. Cuadro 8.

% SEM. C/ RAÍZ >0,2 CM	1 ^{ra} FECHA DE COSECHA	2 ^{da} FECHA DE COSECHA	3 ^{ra} FECHA DE COSECHA
SIN FERTILIZANTE	21 c	35 b	8 d
CON FERTILIZANTE	20 c	59 a	17 c

Cuadro 8: Porcentaje del número de semillas germinadas con longitud de radícula mayor de 0,2 cm al quinto día del ensayo. Valores con letras iguales no difieren significativamente según Duncan (P > 0,05).

En el gráfico 1 se puede visualizar el porcentaje de semillas germinadas con longitud de radícula mayor de 0,2 cm. El mejor comportamiento se observa en las semillas cosechadas en segunda fecha.

Tanto en la segunda como en la tercera fecha, el agregado de fungicida mejora la calidad de semilla. El agregado de nitrógeno también la mejora y la combinación de ambos tratamientos permiten obtener la mejor calidad.

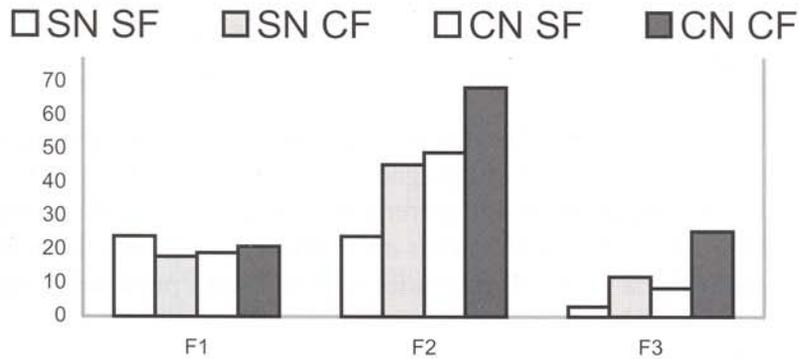


Gráfico 1: Porcentaje de semillas germinadas con longitud de raíces mayor de 0,2 cm a los cinco días de inicio del ensayo. SN y CN: sin y con fertilización nitrogenada respectivamente, SF y CF: sin y con aplicación de fungicida.

Evaluación al onceavo día:

Se determinó número de semillas con aparición de la primera hoja y número de semillas con desarrollo fúngico perceptible a simple vista.

Aparición de la primera hoja: No presentó interacciones entre los tratamientos.

El número de semillas con primera hoja mostró diferencias significativas entre las tres fechas de cosecha. Se observó en la segunda fecha de cosecha un 79% de semillas con primera hoja, contra un 57% y 48% para la primer y tercer fecha de cosecha, respectivamente ($P < 0,05$).

La aplicación de fungicida presentó un mayor número de semillas con aparición de primera hoja respecto del testigo.

En el tratamiento de fertilización, si bien la adición de fertilizante aumentó el número de semillas con aparición de primera hoja, las diferencias no fueron significativas.

En el gráfico 2 se puede observar el porcentaje de semillas germinadas con aparición de primera hoja para cada uno de los tratamientos. En dicho gráfico se observa que el

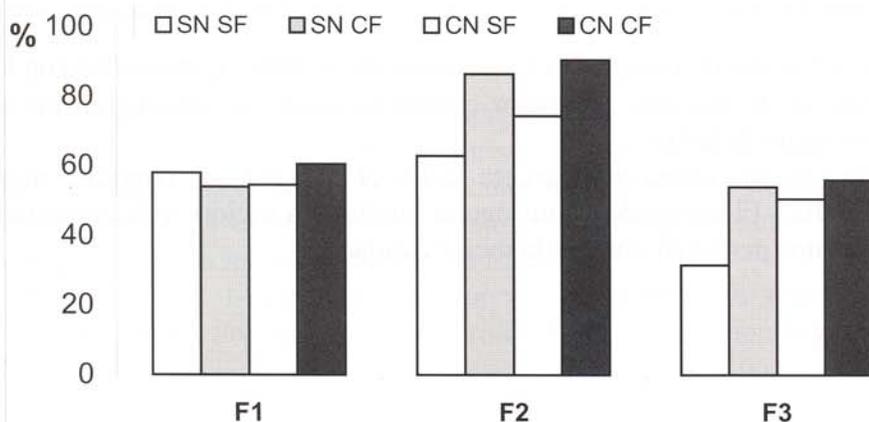


Gráfico 2: Porcentaje de semillas germinadas con aparición de primera hoja al onceavo día de inicio del ensayo. SN y CN: sin y con fertilización nitrogenada ; SF y CF: sin y con aplicación de fungicida, respectivamente.

mayor porcentaje de semillas germinadas con aparición de primera hoja se manifiesta en la segunda fecha de cosecha. Asimismo dentro de dicha fecha sobresale el comportamiento de las semillas provenientes de los tratamientos con aplicación de fungicida, al presentar los mayores porcentajes de semillas con aparición de primera hoja.

Semillas con desarrollo fúngico: Se observó interacción entre el tratamiento de fungicida y la fecha de cosecha. En una cosecha anticipada (primera fecha) el porcentaje de granos afectados es mínimo, aunque se observan pequeñas diferencias significativas entre los tratamientos de fungicida. Ver cuadro 9. En la segunda fecha de cosecha se observa un importante porcentaje de semillas atacadas en el testigo sin aplicación de fungicida respecto del tratado; hecho que se incrementa notablemente a medida que retrasamos la fecha de cosecha (tercer fecha de cosecha).

% SEM. C/ DESARROLLO FÚNGICO	1 ^{ra} FECHA DE COSECHA	2 ^{da} FECHA DE COSECHA	3 ^{ra} FECHA DE COSECHA
SIN FUNGICIDA	2 d	13 b	24 a
CON FUNGICIDA	1 e	3 d	8 c

Cuadro 9: Porcentaje de semillas germinadas con desarrollo fúngico al onceavo día de inicio del ensayo. Valores con letras iguales no difieren significativamente según Duncan (P > 0,05).

En el gráfico 3, se observa el porcentaje de incidencia de hongos en los diferentes tratamientos al onceavo día del ensayo. Se observa una disminución del porcentaje de semillas atacadas en los tratamientos que tuvieron aplicación de fungicida.

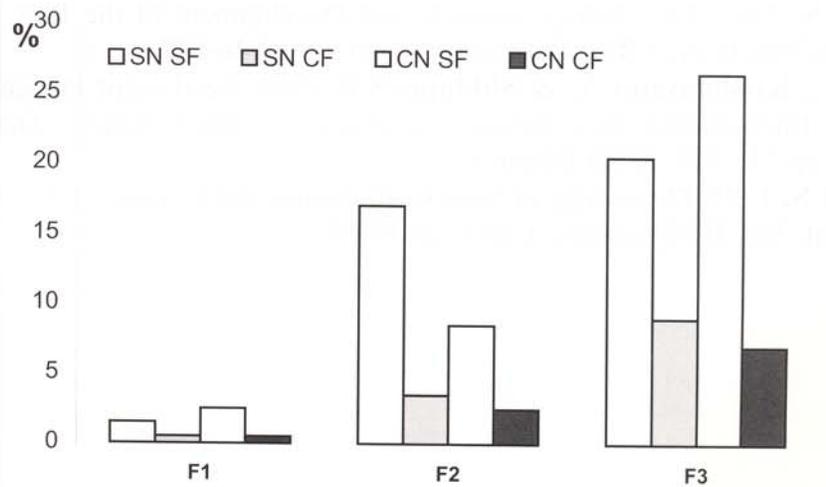


Gráfico 3: Porcentaje de semillas germinadas con desarrollo fúngico al onceavo día de inicio del ensayo. SN y CN: sin y con fertilización nitrogenada ; SF y CF: sin y con aplicación de fungicida, respectivamente.

En síntesis, la cosecha anticipada (primera fecha: 23 DDF) mostró altos valores de sanidad, asociados al menor tiempo de exposición de la semilla al inóculo de campo. Si bien tuvo un buen comportamiento durante la germinación, el mismo no fue el óptimo. Esto se asociaría con el menor PMG logrado, adquiriendo de esta forma menores reservas para realizar el proceso de germinación.

Por otra parte, una cosecha excesivamente demorada (tercera fecha: 63 DDF) mostró la peor calidad de semilla. No sólo se obtuvieron plántulas de menor desarrollo, sino también se observó el mayor porcentaje de ataque fúngico, aún en los casos en que se había aplicado fungicida. Dejar en planta por más tiempo los lotes destinados a producción de semilla con el objeto de disminuir la humedad de grano en forma natural, genera un daño en la sanidad y en consecuencia en la calidad de la semilla producida.

La segunda fecha de cosecha mostró el mejor comportamiento en germinación y crecimiento de las plántulas. La aplicación de funguicidas durante la floración del cultivo mejoró sustancialmente la sanidad de la semilla y en consecuencia su calidad. La adición de fertilizante en prefloración mejoró ligeramente el comportamiento en germinación.

Tanto las prácticas de fertilización como utilización de funguicidas son herramientas de manejo útiles para la obtención de semilla de calidad.

Bibliografía

- **De Datta S.** 1993. Morphology, Growth and Development of the Rice Plant. En: Principles and practices of Rice Production. Cap IV, pp.146-172.
- **Seshu D.V., Krishnasamy V. & Siddique S.B.** 1988. Seed vigor in rice. En: Rice Seed Health. International Rice Research Institute y United Nations Development Programme, pp.315-329. IRRI, Filipinas.
- **Takahashi N.** 1995. Physiology of Seed Germination and Dormancy. En: Science of the Rice Plant. Vol. II Physiology. Cap. I, pp.35-65.

Fundación ProArroz

Socios Fundadores

*Agropecuaria Santa Inés S.A.
Arroz El Grande P. Suen
Asociación de Ingenieros Agrónomos
del Nordeste de E.R. (AIANER)
Asociación Plantadores de San Salvador
Bell, Alcides Francisco
Buchanan, Tomás
Carblana S.A.
Carlos Popelka S.A.
Carogran S.A.
Caupolican (Ansaldi)
Challiol, Alberto
Cooperativa Arroceras 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 Arroceras 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 Arroceras Mesopotámica Argentina
(SAMA)*

Socios Benefactores

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