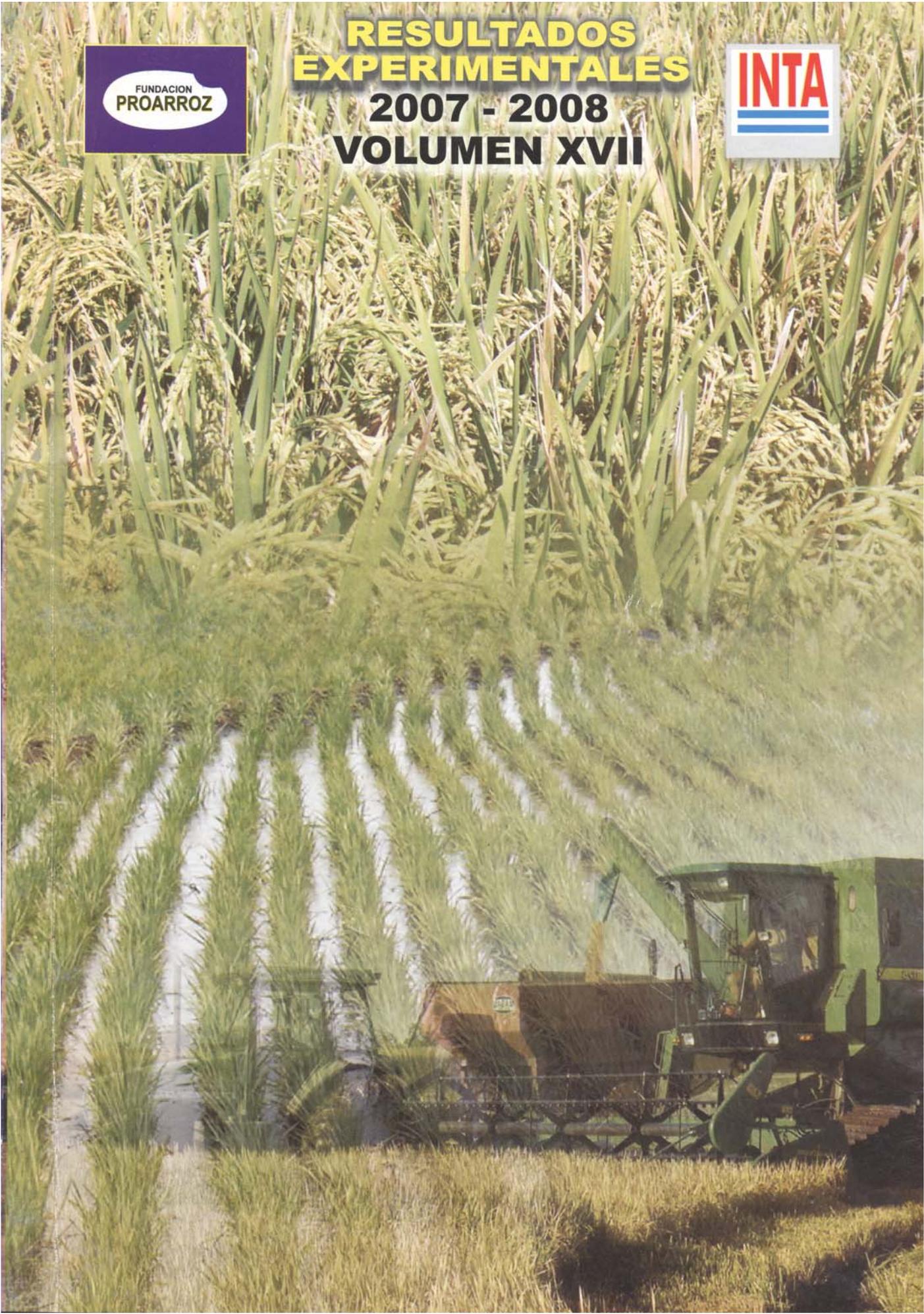
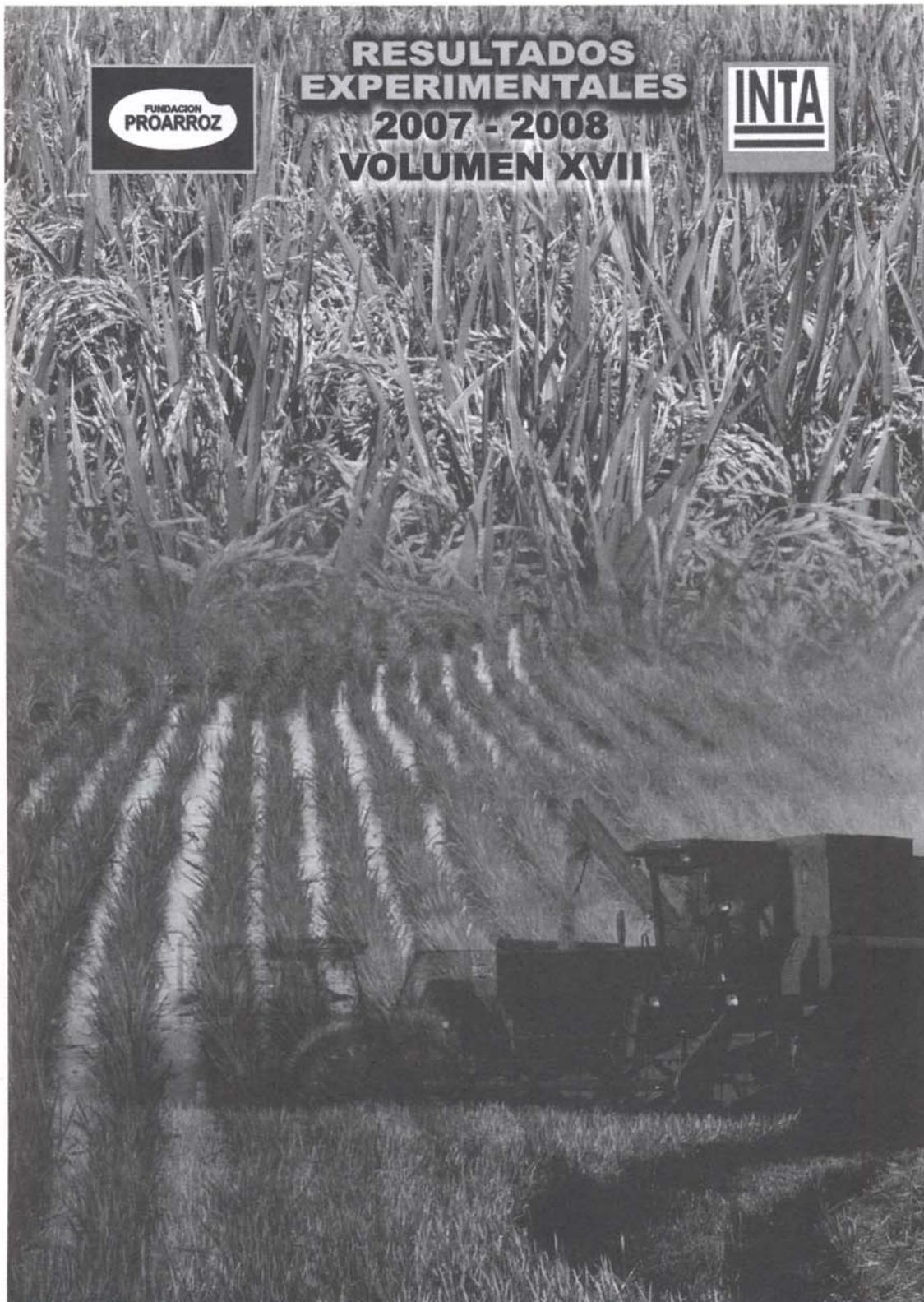




**RESULTADOS  
EXPERIMENTALES  
2007 - 2008  
VOLUMEN XVII**





**RESULTADOS  
EXPERIMENTALES  
2007 - 2008  
VOLUMEN XVII**



Las fotos de tapa fueron colaboración del Ing. Agr. Edgardo Arevalo



# MEJORAMIENTO

## PROLOGO

Los asistentes a la XIX JORNADA TECNICA NACIONAL DEL ARROZ, podrán observar en las páginas de este volumen, el resultado del trabajo de investigación y experimentación llevado a cabo por las instituciones con la que la Fundación mantiene convenios de vinculación tecnológica sosteniendo económicamente la realización de los mismos desde el año 1991.

Merecen destacarse los resultados finales del proyecto "Rotaciones en la región arroceras de la provincia de Entre Ríos" después de 9 años de evaluación.

También información resumida del 2do. Censo productivo e industrial de la provincia realizado entre octubre de 2007 y mayo de este año, que aporta información de gran utilidad sobre la situación actual del sector, después de haber soportado la gran crisis de los años 1999-2003.

Como hecho novedoso en el transcurso de la Jornada se realizará la primera entrega del "Premio al Mérito Arroceras" instituido por la Fundación Proarroz y la Federación de Entidades Arroceras Argentinas (FEDENAR), denominado **Dr. Horacio Roca y Ctdor. Javier Silvero** en memoria de dos prominentes dirigentes del sector, tempranamente desaparecidos.

Dicho premio será otorgado al Ingeniero Agrónomo JUAN JOSE MARASSI, quien durante su vida profesional como docente y fitomejorador del cultivo, realizó aportes valiosísimos que lo hicieron merecedor de esta distinción.



## Ing. Agr. Juan Justo Nicolas Marassi

Nació en Puerto Yeruá, Entre Ríos, el 4 de Junio de 1926; creció en Concepción del Uruguay donde realizó sus estudios en el Colegio Nacional Justo José de Urquiza.

Viajó a La Plata para iniciar la carrera de Agronomía en la Facultad de Agronomía de la Universidad de La Plata. 1948.

En esa época tiene sus primeros contactos con el Ingeniero Julio Hirschhorn, su paisano y fundador de la Estación Experimental de Arroz en La Plata en el año 1945. Don Julio es quien le contagia su pasión por el cultivo del arroz y le transfiere su amor por el mismo: **“si Entre Ríos no es zona arrocerá, nosotros haremos variedades para esa zona”** sentenció Don Julio.

Egresó de la Facultad en 1954, hace sus primeras experiencias en fitomejoramiento en la Estación Experimental Benito Machado (Barrow, Pcia. de Buenos Aires) y en 1956 ingresa a la Estación Experimental INTA de Oliveros, Pcia. de Santa Fe.

Allí empiezan sus trabajos no solo de sistematización e implementación de un campo experimental de arroz sino también la introducción y manejo de la colección de variedades del cultivo y selección de materiales derivados de la Estación Guemes de Salta.

Atiende los ensayos de rendimiento de la ROET, inicia varios ensayos de manejo del arroz en colaboración con diferentes productores y molinos santafesinos, siempre en colaboración con el Ing Hirschhorn en la atención de sus ensayos. Allí también conoce a Rina, una casildense con quien se casa el 5 de septiembre de 1959.

Tanta es la colaboración con el Ing. Hirschhorn, que en 1960 regresa a la Facultad de Agronomía de La Plata como jefe de trabajos prácticos de la cátedra de Cereales y técnico de la Estación Experimental de Arroz. La Facultad le cede una casa en dicha Experimental donde establecen su hogar. Esta radicación será la definitiva hasta el año 1995.

Trabajó con técnicos y amigos como el Ing. Enrique Fisher dedicado a manejo del cultivo de arroz y con los Ings Claudio Court y Juan Carlos Haure, con quienes compartió los trabajos de cruzamientos y la paciencia de esperar 12 años para obtener variedades.

En estos primeros años correspondientes a la década del 60, tiene la paternidad compartida de nuevas variedades: Taipero, Enterrriano; Claudio.; Sureño, Montiel e Itapé. que decidieron bautizar con los nombres de ríos y arroyos de Entre Ríos (costumbre que se mantuvo por muchos años) y durante la década del 70 da origen a variedades como: Lucas.; Chajari.; Yerua; Cupalen,; Cala,; Ñancay; Villaguay,; Guayquiraró,.

El impacto económico de la utilización de las nuevas variedades de arroz mencionadas es casi incalculable. Basta decir que para el año 1968, el Ing. Walter Kugler realiza un estudio y dictamina que **“la provincia de Entre Ríos se benefició en el período 1952 1968 con un ingreso bruto equivalente al costo del túnel subfluvial Paraná Santa Fé estimado en 60 millones de dolares”**.

Los convenios y trabajos en colaboración abarcaban la totalidad de las instituciones vinculadas al cultivo:

? Estación Experimental El Sombrerito INTA, Ctes. con los Ing. Wolfgan Jetter y el Agrónomo Juan Carlos Ruffini.

? Estación Experimental Mercedes Ctes. con el Ing Agr. Ackrich

? Estación Experimental Yeruá, Concordia, Entre Ríos con el Ing, Montironi.

? Estación Experimental C del Uruguay con los Ing. Gondell y Larocca.

? Estación Experimental Colonia Mascias, Santa Fe con el Ing Westergard y la estación experimental Ángel Gallardo (Centro operativo Colonia Mascias) con los Ing. Torrieri y Vicino y el agrónomo Reyes.

Durante esos años también colaboró con el gobierno de Entre Ríos en la confección de un anteproyecto de ley para la creación del Instituto Entrerriano del arroz.

Convencido de que los productores arroceros debían participar en la selección de las líneas o futuras variedades, a partir de 1970 condujo en campos de productores de todo el litoral los ensayos de evaluación de líneas avanzadas sobre las cuales ellos volcaban sus opiniones, realizando giras de visita y evaluaciones que duraban más de 1 mes acompañado de sus técnicos y empleados. Bouchet, Amaveth, Perdomo, Sttamati, Cotorruelo, Moncada son solo algunos de sus entusiastas colaboradores y amigos.

Por esos mismos años se firman los acuerdos entre la Estación Experimental de La Plata y la provincia de Entre Ríos, la Cooperativa de arroceros de Villaguay y de Concepción del Uruguay y la Arrocería Argentina (Arrocería Gallo), actuando como director técnico responsable de la multiplicación de las variedades derivadas de la Facultad.

En la década del 80 es nombrado subdirector y luego director de la Estación Experimental de arroz que para esas fechas lleva el nombre de Julio Hirschhorn y también profesor adjunto de la cátedra de Cerealicultura. Para esta época se introduce en la Experimental el área de arroces especiales y calidad de grano con un joven colaborador Alfonso Vidal, quien continuaría con sus trabajos luego de jubilado.

Durante los 90 se inscribe La Candelaria (Primer arroz aromático nacional) Altamirano, Mandisovi, Quebracho, (Primera variedad de pericarpio rojo nacional), y La plata mochi (variedad glutinosa). Durante estos años también se involucró en proyectos para expandir el área arrocería a la provincia de Buenos Aires (Cuenca deprimida del Salado).

Como docente de la Facultad, a parte de dictar el tema arroz, su trato con los alumnos, ya casi ingenieros, hizo que fuera compañero de viaje de algunas promociones y nombrado padrino de varias, entre las que se destaca la promoción del 79. Durante el acto oficial de colación por su propia personalidad, compromiso con sus alumnos y la situación reinante en el país hace que pronuncie un discurso donde fustiga severamente a la dictadura militar enfrente mismo de los interventores de facto allí presentes. Es cesanteado en su cargo y se teme por su integridad física teniendo en cuenta la gravedad de la situación política imperante.

En su extensa trayectoria, dirigió y codirigió respectivamente a los Ing. Hidalgo y Bezus en sus Tesis de Posgrado. Este último luego se incorporaría al equipo de trabajo del Programa Arroz.

A los Ing. Alberto Livore, Sonia Suarez, María Arbones, Mariel Oyamburu y Monica Collado, como becarios en temas todos relacionados al cultivo del arroz.

Se retira como Profesor Extraordinario del Programa Arroz, de la Universidad Nacional de La Plata, en 1997, a la edad de 71 años.

Recibió varios premios y distinciones por su aporte al cultivo del arroz en nuestro país, a pesar de que sostiene **“Como me van a premiar por haber hecho algo que, además de gustarme, me pagaban para hacer”**:

Distinción a la labor y trayectoria en el mejoramiento de arroz (Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Javier, Santa Fé). 1989,

Premio a la trayectoria de la Estación Experimental “Julio Hirschhorn” por la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. 1994.

Premio Bolsa de Cereales, otorgado por la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. 1999.

Premio a la Trayectoria profesional, otorgada por la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de La Plata. 2004

Publicación Editada por: **FUNDACION PROARROZ**

Diseño Gráfico y Edición: **SERGIO MONTE**

Impresión: **CASA FORNES S.R.L. - Concordia - Entre Ríos**

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

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

De esta edición se han impreso 250 ejemplares  
Agosto de 2008 - Concordia - Entre Ríos



# CONTENIDO

## ESTADÍSTICAS DEL SECTOR

Resumen resultados Censo Productivo Arrocero 2007-2008  
de la provincia de Entre Ríos.

*Responsable: Ing. Agr. Griselda Carñel - Fac. Agronomía Oro Verde - UNER*

9

Estimación de área sembrada con arroz en las provincias de  
Entre Ríos, Corrientes y Santa Fé - Campaña 2007-2008

*Responsable: Ing. Agr. Griselda Carñel - Fac. Agronomía Oro Verde - UNER*

15

## MEJORAMIENTO GENÉTICO

Ensayos comparativos de rendimiento regional - campaña 2007-2008

*Responsable: Ing. Agr. Ph D Alberto Livore - INTA Concepción del Uruguay*

25

Ensayos comparativos de rendimiento en líneas promisorias de arroz  
generadas en INTA para Corrientes - campaña 2007-2008

*Responsable: Ing. Agr. Ph D Alberto Livore - INTA Concepción del Uruguay*

45

Evaluación de genotipos del programa arroz de la F.C.A. y  
F. de la UNLP en la zona centro sur de Entre Ríos - campaña 2007-2008

*Responsable: Ing. Agr. Alfonso Vidal - Univ. Nac de La Plata*

51

## MANEJO DEL CULTIVO

Rotaciones en Suelos Arroceros  
Resultados luego de dos ciclos de rotación.

*Responsable: Juan J. De Battista - INTA Concepción del Uruguay*

63

Ensayos de fertilización del cultivar CAMBA INTA-PROARROZ

*Responsable: Ing. Agr. Gustavo Arguissain - INTA Concepción del Uruguay*

73

Fertilización de líneas promisorias y cultivares de arroz  
Campaña 2007-2008

*Responsable: Ing. Agr. Gustavo Arguissain - INTA Concepción del Uruguay*

79

*Ensayos de fertilización balanceada en el cultivo de arroz*

*Responsable: Ing. Agr. Cesar Quintero - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

85



## MANEJO DEL CULTIVO

Ensayos de Fuentes de fertilización nitrogenada en el cultivo de arroz

*Responsable: Ing. Agr. Cesar Quintero - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

89

Evaluación de dosis, fuentes y momentos de la aplicación de Zinc

*Responsable: Ing. Agr. Cesar Quintero - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

93

Modelos de predicción de rendimiento potenciales de arroz en función de parámetros ambientales y de manejo

*Responsables: Ing. Agr. Griselda Carfiel - Ing. Agr. César Quintero  
Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

99

Sistema de riego alternativo para el cultivar PUITA INTA-CL

*Responsable: Ing. Agr. Gustavo Arguissain - INTA Concepción del Uruguay*

115

Alternativa biológica para el manejo de la pudrición del tallo en arroz

*Responsable: Ing. Agr. Virginia Pedraza - INTA Concepción del Uruguay*

119

## ESTUDIOS DE SUSTENTABILIDAD ECOLOGICA Y AMBIENTAL

Estudio ambiental preliminar en la producción arrocería irrigada en la provincia de Entre Ríos

*Responsable: Ing. Agr. Eduardo Díaz - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

129

Evaluación de la emisión de gases de efecto invernadero de la cultura de arroz irrigado en Entre Ríos

*Responsable: Ing. Agr. Eduardo Díaz - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

141

Evaluación de residuos de plaguicidas en suelos y aguas cultivados con arroz en Entre Ríos

*Responsable: Ing. Agr. Eduardo Díaz - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

153



# CONTENIDO

## ESTADÍSTICAS DEL SECTOR

Resumen resultados Censo Productivo Arrocerero 2007-2008  
de la provincia de Entre Ríos.

*Responsable: Ing. Agr. Griselda Carñel - Fac. Agronomía Oro Verde - UNER*

9

Estimación de área sembrada con arroz en las provincias de  
Entre Ríos, Corrientes y Santa Fé - Campaña 2007-2008

*Responsable: Ing. Agr. Griselda Carñel - Fac. Agronomía Oro Verde - UNER*

15

## MEJORAMIENTO GENÉTICO

Ensayos comparativos de rendimiento regional - campaña 2007-2008

*Responsable: Ing. Agr. Ph D Alberto Livore - INTA Concepción del Uruguay*

25

Ensayos comparativos de rendimiento en líneas promisorias de arroz  
generadas en INTA para Corrientes - campaña 2007-2008

*Responsable: Ing. Agr. Ph D Alberto Livore - INTA Concepción del Uruguay*

45

Evaluación de genotipos del programa arroz de la F.C.A. y  
F. de la UNLP en la zona centro sur de Entre Ríos - campaña 2007-2008

*Responsable: Ing. Agr. Alfonso Vidal - Univ. Nac de La Plata*

51

## MANEJO DEL CULTIVO

Rotaciones en Suelos Arroceros

Resultados luego de dos ciclos de rotación.

*Responsable: Juan J. De Battista - INTA Concepción del Uruguay*

63

Ensayos de fertilización del cultivar CAMBA INTA-PROARROZ

*Responsable: Ing. Agr. Gustavo Arguissain - INTA Concepción del Uruguay*

73

Fertilización de líneas promisorias y cultivares de arroz  
Campaña 2007-2008

*Responsable: Ing. Agr. Gustavo Arguissain - INTA Concepción del Uruguay*

79

Ensayos de fertilización balanceada en el cultivo de arroz

*Responsable: Ing. Agr. Cesar Quintero - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

85

## MANEJO DEL CULTIVO

Ensayos de Fuentes de fertilización nitrogenada en el cultivo de arroz

*Responsable: Ing. Agr. Cesar Quintero - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

89

Evaluación de dosis, fuentes y momentos de la aplicación de Zinc

*Responsable: Ing. Agr. Cesar Quintero - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

93

Modelos de predicción de rendimiento potenciales de arroz en función de parámetros ambientales y de manejo

*Responsables: Ing. Agr. Griselda Carñel - Ing. Agr. César Quintero*

*Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

99

Sistema de riego alternativo para el cultivar PUITA INTA-CL

*Responsable: Ing. Agr. Gustavo Arguissain - INTA Concepción del Uruguay*

115

Alternativa biológica para el manejo de la pudrición del tallo en arroz

*Responsable: Ing. Agr. Virginia Pedraza - INTA Concepción del Uruguay*

119

## ESTUDIOS DE SUSTENTABILIDAD ECOLOGICA Y AMBIENTAL

Estudio ambiental preliminar en la producción arrocerá irrigada en la provincia de Entre Ríos

*Responsable: Ing. Agr. Eduardo Díaz - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

129

Evaluación de la emisión de gases de efecto invernadero de la cultura de arroz irrigado en Entre Ríos

*Responsable: Ing. Agr. Eduardo Díaz - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

141

Evaluación de residuos de plaguicidas en suelos y aguas cultivados con arroz en Entre Ríos

*Responsable: Ing. Agr. Eduardo Díaz - Fac de Cs. Agropecuarias - UNER*

153

# ESTADISTICAS DEL SECTOR





## CENSO PRODUCTIVO ARROCERO 2007-2008 ENTRE RÍOS

Griselda E. Carñel

Facultad de Cs. Agropecuarias, UNER, gecargnel@yahoo.com.ar

### INTRODUCCIÓN

La fundación ProArroz encomendó a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Entre Ríos –FCA-UNER-, la realización de un “*Censo productivo arrocero de la Provincia de Entre Ríos*” para la campaña agrícola 2007-2008. Para ello se conformó un equipo de profesionales coordinados por la Ing. Agr. G. E. Carñel, que diseñó las planillas de censado, la Base de Datos, la informatización de los resultados, la estrategia del trabajo de campo, ejecutó el censado a los productores e industriales, vinculó espacialmente los datos resultantes y realizó los primeros análisis.

Al encarar el trabajo del censo, se tuvo como premisa fundamental contar con la mayor cantidad de datos sobre los productores, tenencia de la tierra trabajada, capacidad de almacenaje, disponibilidad de tecnología, rendimientos y dificultades, entre otros que posibilitaran una visión integral del sector y que ayudaran a la Fundación ProArroz en la planificación de sus actividades y en la diagramación de políticas que beneficien a los productores e industriales arroceros.

### METODOLOGÍA

La primer tarea encarada fue la de interrogar a los miembros de la Fundación acerca de cuales eran los interrogantes más importantes del sector que quisieran conocer. Una vez que se tuvieron las premisas más relevantes a relevar se pasó al diseño de las planillas censales.

De esta forma se contemplaron las preguntas que los datos deberían responder, entre ellas:

- cuestiones técnicas productivas como tipo y origen de la semilla, rindes obtenidos, tipo de riego, asesoramiento técnico, etc.
- Capacidad de almacenaje de los productores e industrias.
- Conocer la cantidad de mano de obra que ocupa el sector directamente.
- Conocer el sistema de tenencia de la tierra de los productores, así como la distribución geográfica de los mismos.
- Vincular las explotaciones geográficamente con los datos censales.

En cuanto a la estrategia de abordaje a los encuestados, se decidió “barrer” territorialmente las explotaciones arroceras, los molinos y acopios, con el fin de identificar y encuestar a los responsables.

De los datos geoespaciales obtenidos del Sistema de Información Geográfica Arrocero - SIG-A- (Carñel et al 2006) que dispone el sector desde el año 2000, se diagramó el trabajo de campo.

Se sectorizó el territorio donde tradicionalmente se ha cultivado arroz en las últimas tres campañas en cuatro sectores que fueron cubiertas por siete censistas.

Cada censista disponía de los mapas confeccionados al efecto (Figura 1), con los lotes arroceros de las campañas anteriores en un principio, los que fueron actualizados una vez

realizada la estimación de área sembrada 2007-08 y ajustándose a medida que se disponía de nuevos datos censales.

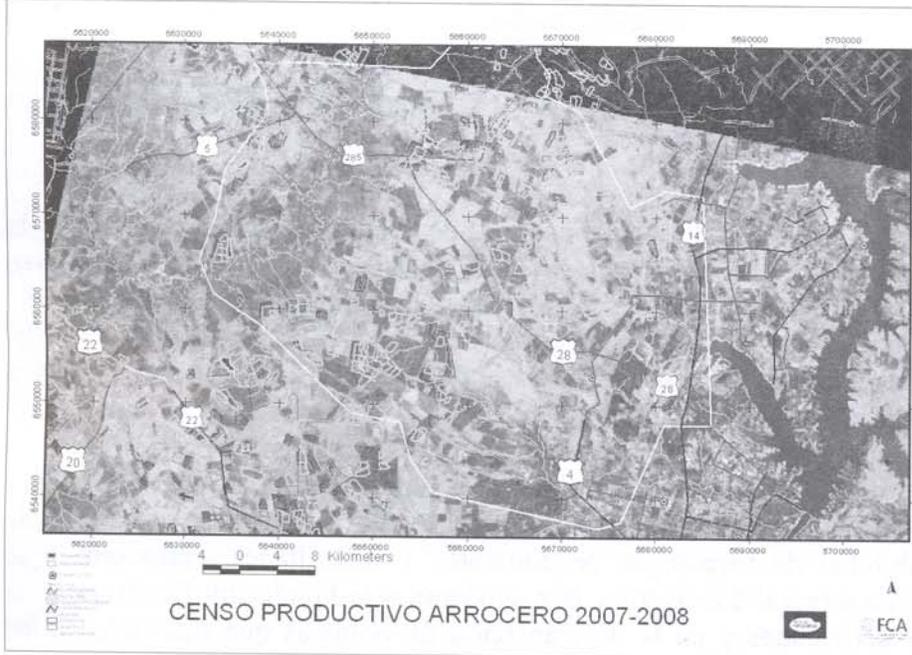


Figura 1. Ejemplo de mapa utilizado en el Censo.

De esta forma se logró llegar a llenar las planillas del censo y la vinculación con la ubicación geográfica de los productores, acopios e industrias.

Se diseñó y construyó la Base de Datos en Microsoft Access para una mayor facilidad de ingreso y elaboración de los datos, ya que permite manejar los datos en forma de tablas relacionadas y realizar consultas en forma rápida y ordenada (Figura 2).

Para las salidas gráficas se utilizaron los programas Erdas Imagine 8.4 (Duke et al., 1999), y ArcView 3.2 (ESRI, 1998).

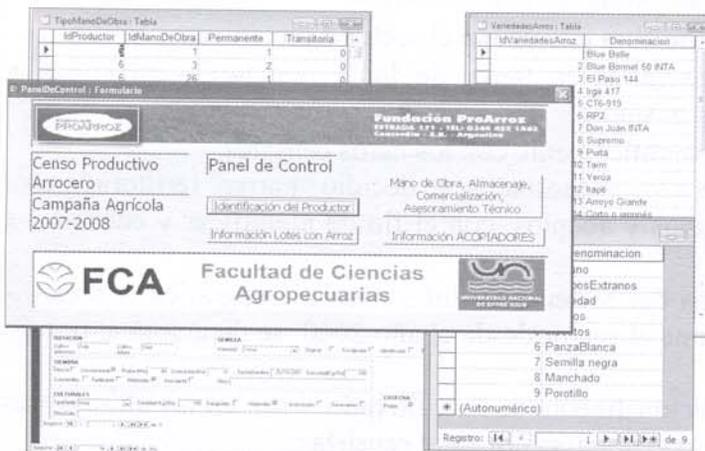


Figura 2. Vistas parciales de las tablas y formularios de la Base

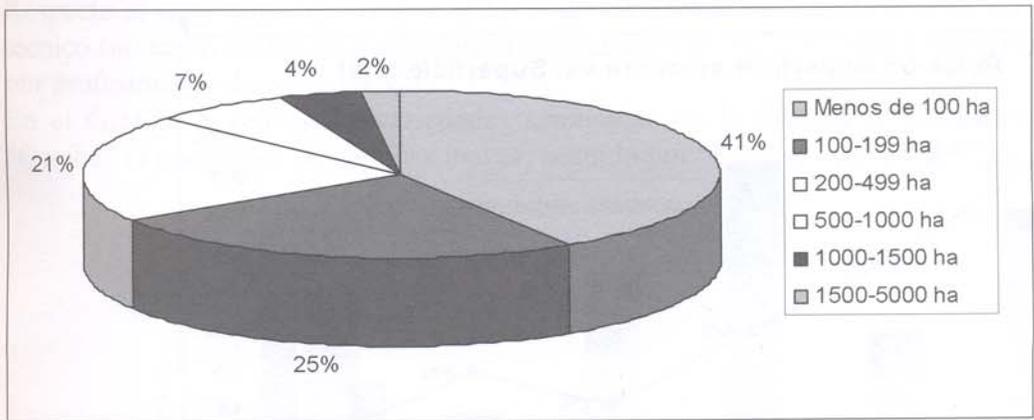
**RESULTADOS**

El trabajo de relevamiento para el censo se comenzó a principios de diciembre de 2007 y a julio de 2008 se han censado 263 productores y 29 molinos e industrias arrocero. Los datos de los productores, su domicilio particular y comercial y señas de ubicación telefónicas y electrónicas, que conformarán la base de datos interna de la Fundación ProArroz, serán amparados por las pautas de confidencialidad censal.

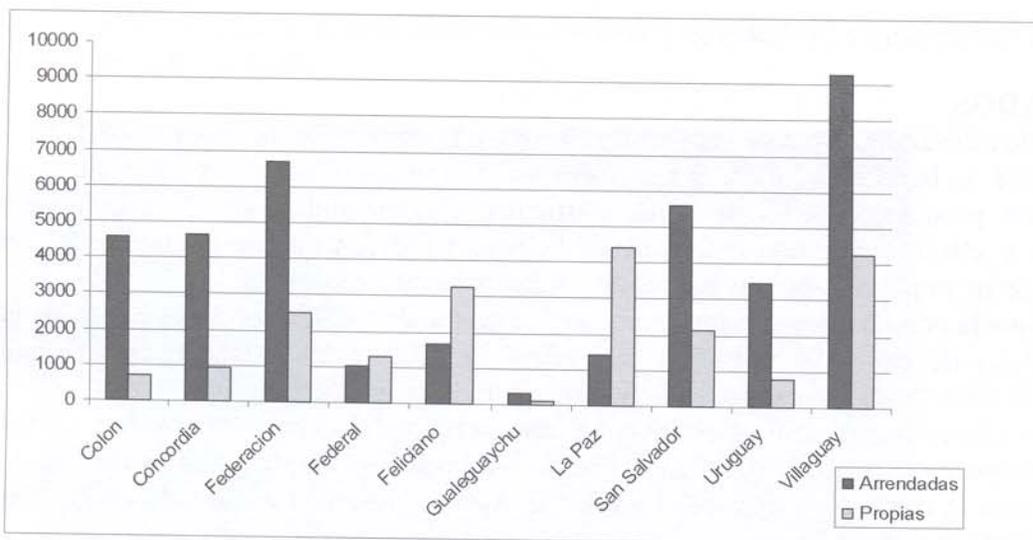
El área estimada previamente con imágenes satelitales fue de 68.500 hectáreas y reajustada con el trabajo de campo e imágenes de marzo de 2008 a 69.190 hectáreas, lo que constituye la cifra final como superficie con arroz para la provincia.

De los productores encuestados se obtuvo una superficie total declarada de arroz de 67.000 ha. Si se compara esto con la superficie estimada y relevada a campo, significa un 3 % de superficie para la cual se desconoce el productor o en su defecto ésta ha sido omitida en las correspondientes declaraciones.

Con el objeto de analizar las características del productor se estratificaron los mismos según la superficie cultivada (Gráfico 1), el régimen de tenencia propia o arrendada de los lotes cultivados y la distribución geográfica por departamento y estratos (Gráfico 2) y la relación entre la superficie que el productor le dedica al arroz de la totalidad de su explotación agropecuaria (Gráfico 3).



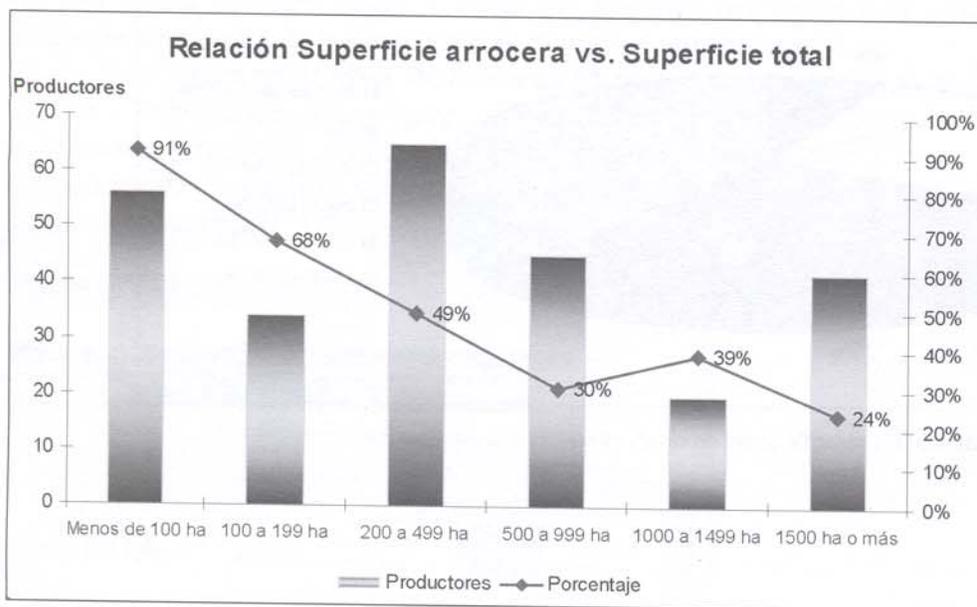
**Gráfico 1.** Estratificación de productores por superficie de arroz.



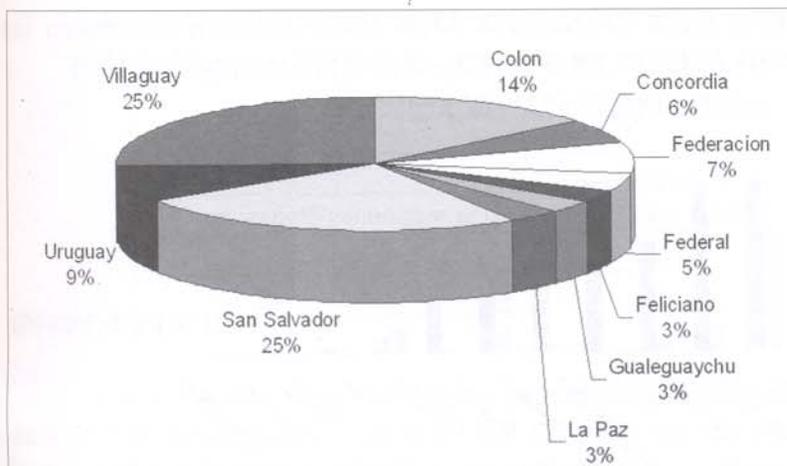
**Gráfico 2.** Tenencia de la tierra de uso arrocera 2007-08.

Vemos así que el 66 % de los productores arroceros entrerrianos producen menos de 200 ha y el 13 % cultiva más de 500 ha.

El 65 % de la tierra que se cultiva con arroz, se realiza en campos arrendados. Si analizamos la relación de la superficie arrocera en relación a la explotación total, vemos que los productores correspondientes al estrato “menores a 100 ha” dedican el 91 % de su explotación al arroz.



**Gráfico 3.** Relación en porcentaje de la producción de arroz sobre la superficie total del productor.



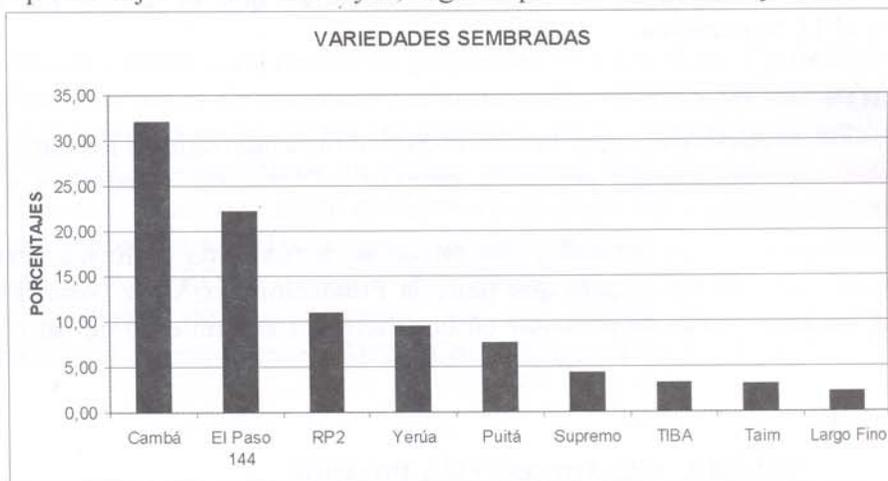
**Gráfico 4.** Densidad de productores por Departamento.

Podemos analizar también la distribución de los productores y la densidad departamental de los mismos. Así vemos que (Gráfico 4) en los Departamentos San Salvador y Villaguay se concentra el 50 % de los productores arroceros.

En cuanto al origen de agua para el riego, se detectó que el 55 % de los lotes se riegan con agua de pozos profundos, mientras que el 23 % es de represas y el 12 % de río o arroyo, el 2,5 % un pozo y represa y el 8 % pozo y río.

Respecto al asesoramiento técnico el 53 % de los productores declara tener asesoramiento técnico (no todos en forma permanente) contratado y el 30 % es asesorado periódicamente por profesionales de cooperativas.

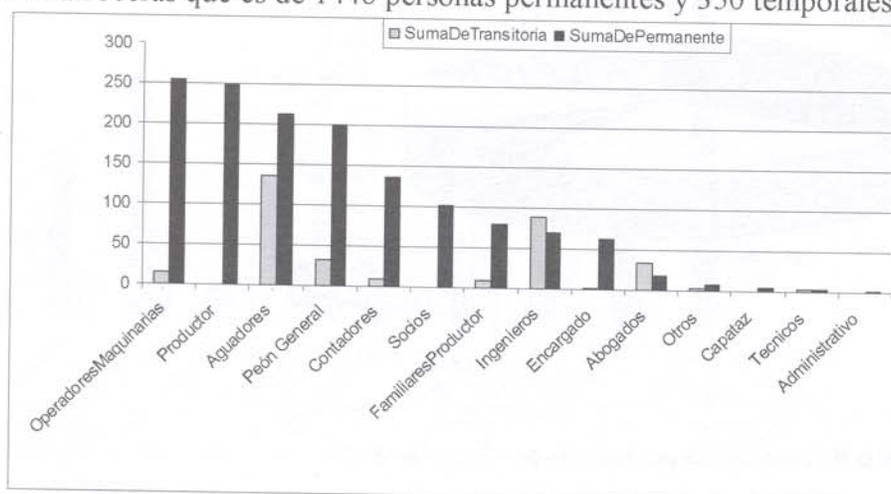
En el Gráfico 5 vemos las variedades sembradas en la Provincia, correspondiéndole a “Cambá” el porcentaje de siembra mayor, seguida por “El Paso 144” y “RP2”.



**Gráfico 5.** Variedades sembradas en Entre Ríos 2007-08.

En cuanto a los rendimientos promedio de Entre Ríos según los datos declarados por los productores y que corresponderían a la campaña 2006-07 es de 7.010 kg/ha.

En el Gráfico 6 se puede observar la distribución de la mano de obra directa en las explotaciones arroceras que es de 1446 personas permanentes y 350 temporales.



Vale aclarar en este punto, que no todos los encuestados respondieron este ítem, pero será analizado próximamente en relación a la superficie declarada.

La capacidad de almacenaje de la producción declarada por productores en la provincia es de 197.644 toneladas y de los acopios 350.000 toneladas.

Los canales de comercialización más empleados son: 57% a molinos y acopios, y 32% a Cooperativas. Solamente el 5,5 % exporta en forma directa y el 3,5 % en el circuito minorista.

Los molinos de Entre Ríos declararon que reciben 270.000 t y que poseen una capacidad de elaboración de 14.000 t y de envasado de 63.000 toneladas. El 59 % dice que la capacidad de sus instalaciones es suficiente, mientras que el 26 % las consideran insuficiente y el 11 % excesiva.

## CONCLUSIÓN

Como conclusión se puede decir que la centralización informatizada de los datos recabados y relacionados geográficamente posibilita obtener información valedera y precisa del sector arrocerero provincial.

Información validada por los actores y que puede ser actualizada en forma permanente y dinámica y que está disponible para que tanto la Fundación ProArroz como FEDENAR, puedan basar en datos reales su accionar en beneficio del crecimiento del sector arrocerero entrerriano.

## BIBLIOGRAFÍA

- CARÑEL G. Y S. MILERA. SIG Arrocerero FCA-ProArroz.  
 DUKE M., MARTINEZ M. Y J. SKELTON, 1999. IMAGINE Developers Toolkit Software Development. ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia, USA.  
 ESRI. 1998. ArcView GIS 3.2. Redlands, California, USA.  
 Microsoft Office Access

## ESTIMACIÓN DE ÁREA SEMBRADA CON ARROZ EN LAS PROVINCIAS DE ENTRE RÍOS, CORRIENTES Y SANTA FE, CAMPAÑA 2007-2008

Carñel Griselda Elena  
gecargnel@yahoo.com.ar UNER, Ruta 11 km 10 ½ Oro Verde, Entre Ríos

### INTRODUCCIÓN

En el marco de las actividades pautadas entre la Fundación ProArroz y la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER (FCA) y coordinadas por G. E. Carñel, se realizó la estimación de área sembrada con arroz en las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Santa Fe para la campaña agrícola 2007-2008.

En esta oportunidad, y además de la verificación de campo, se utilizaron imágenes provenientes del satélite CBERS-2B (Satélite Chino-Brasilero de Recursos Terrestres) provistas gratuitamente por el INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais de Brasil) tramitadas mediante su página Web: [www.inpe.br](http://www.inpe.br).

Como se ha dicho en trabajos anteriores, la utilización de la tecnología de imágenes obtenidas por sensores remotos, facilitan la observación de grandes regiones y permiten la identificación de las diferentes coberturas de suelo.

Específicamente para el cultivo de arroz, es importante contar con imágenes coincidentes con los primeros estadios fenológicos y ya inundados, ya que el comportamiento de esta superficie, mezcla de vegetación y agua, en las bandas del infrarrojo da la característica fundamental para el reconocimiento de los lotes arroceros.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Santa Fe y fueron analizadas a través de imágenes multispectrales CBERS 2B las que se detallan en la Tabla 1. La amplitud en las fechas de obtención de las imágenes se debió a que es un sensor que registra información de un mismo punto en la tierra cada 26 días, y dadas las condiciones de alta nubosidad sobre el Noroeste de Entre Ríos y Sur de Corrientes en las fechas óptimas hubo que solicitar imágenes del final del ciclo.

El programa ERDAS Imagine 8.4 (Duke et al., 1999), fue utilizado en el procesamiento digital de las imágenes, las que fueron georreferenciadas al sistema cartográfico oficial argentino POSGAR94 (Gauss-Krüger Faja 5, WGS84).

Tabla 1. Detalle de imágenes CBERS 2B ([www.inpe.br](http://www.inpe.br))

| Órbita | Fila | Fecha             |                   |
|--------|------|-------------------|-------------------|
| 163    | 131  | 9 de enero 2008   | 4 de febrero 2008 |
| 163    | 132  | 9 de enero 2008   | 4 de febrero 2008 |
| 163    | 133  | 9 de enero 2008   | 4 de febrero 2008 |
| 164    | 132  | 6 de enero 2008   | 24 de marzo 2008  |
| 164    | 133  | 6 de enero 2008   | 24 de marzo 2008  |
| 164    | 134  | 6 de enero 2008   | 24 de marzo 2008  |
| 164    | 135  | 6 de enero 2008   | 24 de marzo 2008  |
| 164    | 136  | 6 de enero 2008   | 24 de marzo 2008  |
| 164    | 137  | 6 de enero 2008   | 24 de marzo 2008  |
| 165    | 134  | 3 de enero 2008   | 21 de marzo 2008  |
| 165    | 135  | 3 de enero 2008   | 21 de marzo 2008  |
| 165    | 136  | 3 de enero 2008   | 21 de marzo 2008  |
| 166    | 131  | 31 diciembre 2007 |                   |
| 166    | 132  | 31 diciembre 2007 |                   |
| 166    | 133  | 31 diciembre 2007 |                   |
| 166    | 134  | 31 diciembre 2007 |                   |
| 166    | 135  | 31 diciembre 2007 |                   |
| 166    | 136  | 31 diciembre 2007 |                   |

La proyección cartográfica permite la superposición de las capas vectoriales de los lotes arroceros de campañas anteriores, así como otras de vías de comunicación, localidades y red hidrográfica presentes en el Sistema de Información Geográfica Arrocero (SIG-A).

Para la construcción de la capa vectorial de lotes arroceros y la base de datos atributiva, así como para el manejo y salidas gráficas del SIG-A, se utilizaron los programas ArcView GIS 3.2 (ESRI, 1998) y CartaLinx (Hagan et al., 1998).

Se realizó trabajo de campo a los efectos de tomar datos de verdad terrestre acerca de la ocupación del suelo, así como también de verificar datos de la interpretación digital de las imágenes, en las tres provincias estudiadas, las que se efectuaron en el mes de enero de 2008.

Por las condiciones nubosas mencionadas más arriba, para la provincia de Entre Ríos se completaron algunos datos por los aportes de los censistas del Censo Productivo Arrocero que se realizó en esta campaña.

## RESULTADOS

De esta forma se estima que en la provincia de Entre Ríos en la presente campaña se han sembrado 69.190 ha de arroz, de las cuales 65.496 ha fueron identificadas a partir de las imágenes de diciembre y enero (Figura 1).

Cabe destacar que del área estimada, 17.586 ha corresponden a riego por represas. Se identificaron dos embalses artificiales de agua para riego construidos durante 2007.

La distribución departamental de la siembra de arroz, puede apreciarse en la Tabla 2.

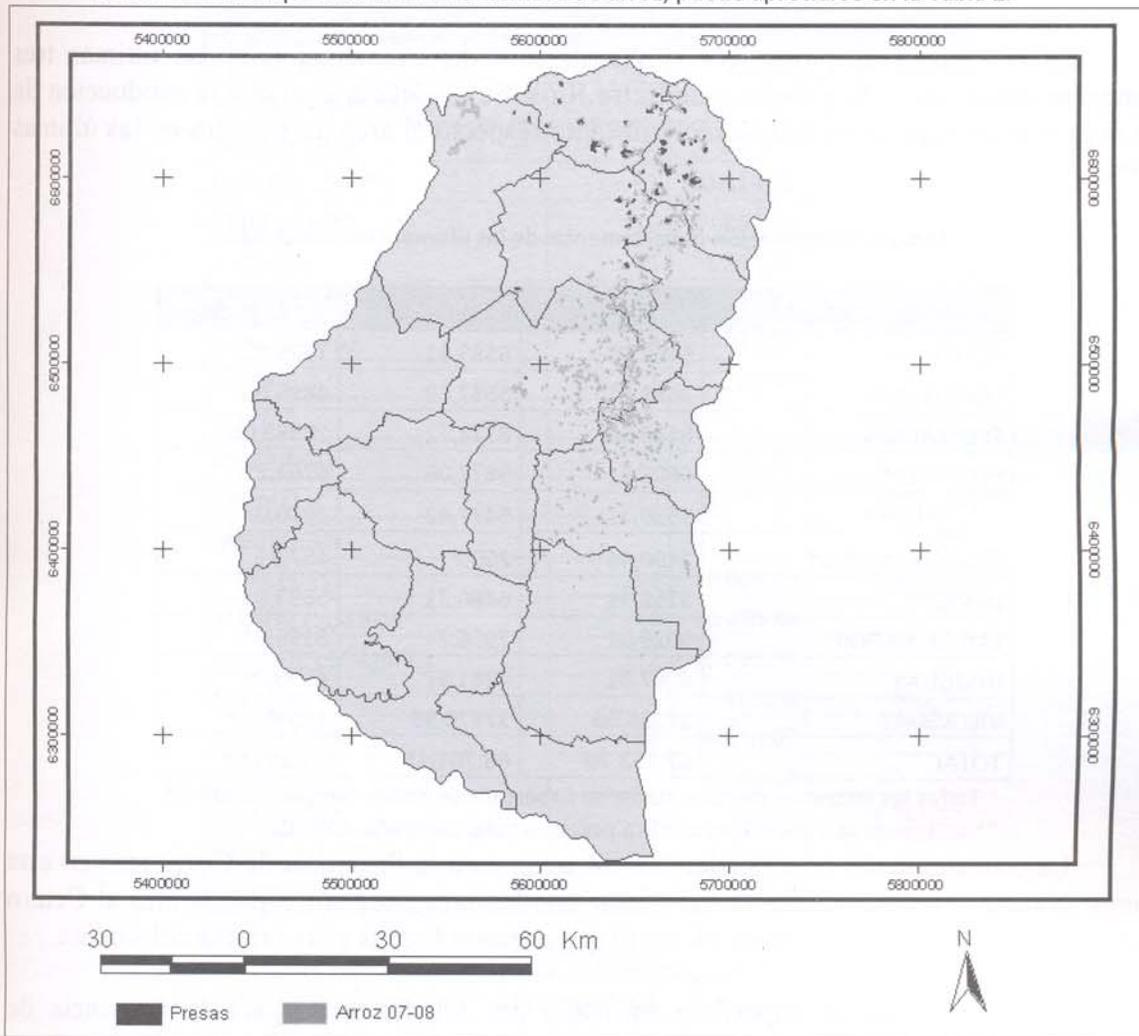


Tabla 2. Distribución departamental E.R. 2007-08

| DEPARTAMENTO | LOTES | SUPERFICIE (ha) |
|--------------|-------|-----------------|
| COLON        | 165   | 7135,07         |
| CONCORDIA    | 80    | 4895,66         |
| FEDERACION   | 117   | 10883,06        |
| FEDERAL      | 73    | 6762,22         |
| FELICIANO    | 53    | 4970,03         |
| GUALEGUAYCHU | 14    | 457,61          |
| LA PAZ       | 48    | 5693,93         |
| SAN SALVADOR | 176   | 8196,94         |
| URUGUAY      | 88    | 4598,89         |
| VILLAGUAY    | 284   | 15596,52        |

Mapas de

mayor detalle pueden

observarse en la página Web de la FCA-UNER <http://www.fca.uner.edu.ar/arroz2008/> ó en la de la Fundación ProArroz [www.proarroz.com.ar](http://www.proarroz.com.ar)

En la tabla 3 se puede ver la distribución departamental para las últimas tres campañas arroceras en la provincia de Entre Ríos. Se evidencia aquí que la producción de arroz en la provincia se ha mantenido constante respecto al área de siembra en las últimas zafas.

**Tabla 3.** Comparación departamental de las últimas tres campañas.

| DEPARTAMENTO  | 2005-06   | 2006-07   | 2007-08   |
|---------------|-----------|-----------|-----------|
| COLON         | 5468,86   | 6585,91   | 7135,07   |
| CONCORDIA     | 3688,31   | 5537,78   | 4895,66   |
| FEDERACIÓN    | 8185,59   | 8371,72   | 10883,06  |
| FEDERAL**     | 6609,6    | 5872,06   | 6762,22   |
| FELICIANO**   | 5519,71   | 5477,42   | 4970,03   |
| GUALEGUAYCHU* | 1490,44   | 260,7     | 457,61    |
| LA PAZ**      | 5758,31   | 6486,21   | 5693,93   |
| SAN SALVADOR  | 9029,01   | 7956,7    | 8196,94   |
| URUGUAY       | 4247,01   | 4281,67   | 4598,89   |
| VILLAGUAY     | 17156,36  | 17870,98  | 15596,52  |
| TOTAL         | 67.153,20 | 68.701,15 | 69.189,93 |

\* Todas las imágenes del área tuvieron cobertura de nubes campaña 2006-07

\*\* Imágenes con cobertura nubosa parcial o total campaña 2007-08

La estimación del área de siembra de arroz para la Provincia de Corrientes en esta campaña tuvo el inconveniente de no contar con las imágenes correspondientes al Centro Sur debido a la presencia de nubes en los días correspondientes a las órbitas del satélite.

De esta forma, la superficie estimada por teledetección para la Provincia de Corrientes fue de 58.840,35 hectáreas. Al efecto de aproximar un dato más real, se consideró la ocupación arroceras de la campaña anterior (2006-07) en el área sin cobertura satelital, la que fue de 20.298,34 hectáreas. De esta manera se llega a una superficie estimada final de 79.138,69 hectáreas.

En la Figura 2 se ejemplifica una zona arroceras de la Provincia de Corrientes.

Igualmente y siempre en forma estimativa, se puede observar en la Tabla 4 la distribución departamental para la presente campaña.

Tabla 4. Distribución departamental de Corrientes 2007-08

| DEPARTAMENTO       | LOTES | 2007-08          | Zona sin imagen* |
|--------------------|-------|------------------|------------------|
| BELLA VISTA        | 19    | 972,24           | 82,63            |
| BERON DE ASTRADA   | 53    | 3.101,03         |                  |
| CONCEPCION         | 2     | 268,37           | 618,87           |
| CURUZU CUATIA      | 93    | 10.313,32        | 10.773,29        |
| EMPEDRADO          | 16    | 852,30           |                  |
| ESQUINA            | 15    | 1.291,72         |                  |
| GENERAL ALVEAR     | 14    | 736,71           |                  |
| GENERAL PAZ        | 8     | 411,59           |                  |
| GOYA               | 7     | 282,91           |                  |
| ITATI              |       |                  | 2.164,34         |
| ITUZAINGO          | 15    | 564,15           |                  |
| LAVALLE            | 23    | 1.297,32         | 813,26           |
| MBURUCUY           |       |                  | 76,99            |
| MERCEDES           | 299   | 16.609,09        | 1.541,78         |
| MONTE CASEROS      | 26    | 2.290,89         |                  |
| PASO DE LOS LIBRES | 132   | 8.003,70         |                  |
| SALADAS            | 4     | 268,98           | 945,66           |
| SAN MARTIN         | 31    | 6.410,67         |                  |
| SAN MIGUEL         | 7     | 323,12           |                  |
| SAN ROQUE          | 4     | 266,42           | 3.281,52         |
| SANTO TOME         | 54    | 3.178,52         |                  |
| SAUCE              | 13    | 1.397,30         |                  |
|                    |       | <b>58.840,35</b> | <b>20.298,34</b> |

\*Dato correspondiente a las estimaciones arroceras 2006-07, ProArroz-FCA.

En cuanto a la Provincia de Santa Fe, toda el área arroceras pudo ser analizada mediante cuatro imágenes libres de nubes correspondientes al 31 de diciembre de 2007. Puede surgir en este caso, que no se identifiquen lotes de siembra tardía y por lo tanto no inundados a dicha fecha.

La superficie identificada como “arroz” con las restricciones expresadas más arriba es de 17.666 hectáreas. Si comparamos con la superficie estimada en la zafra 2006-2007 que fue de 17.686 ha, podemos ver que no ha habido incremento en el área de siembra de arroz.

La distribución departamental se ve en la Tabla 5 y en la Figura 3 un sector correspondiente al Departamento San Javier.

Tabla 5. Distribución departamental de Santa Fe 2007-08

| DEPARTAMENTO | LOTES | 2007-08   |
|--------------|-------|-----------|
| GARAY        | 40    | 2.873,57  |
| LA CAPITAL   | 12    | 363,77    |
| SAN JAVIER   | 189   | 14.428,87 |
|              |       | 17.666,21 |

La superficie total estimada para las tres provincias fue de 165.995 ha.

La totalidad de los datos recogidos en el trabajo de campo, así como los resultados de los procesamientos digitales de las imágenes, pasaron a formar parte del SIG-A el que puede ser consultado en la sede de la Fundación ProArroz o solicitarlo al autor.

#### **BIBLIOGRAFIA**

- DUKE M., MARTINEZ M. Y J. SKELTON, 1999. *IMAGINE Developers Toolkit Software Development*. ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia, 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.
- [www.inpe.br](http://www.inpe.br) Consultas enero-abril de 2008.

# MEJORAMIENTO GENETICO





## ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO REGIONAL 2007-2008

Livore, A.B.<sup>1</sup>; Pirchi, J. H.<sup>1</sup>; Buenar L.<sup>2</sup>; Muller H. C.<sup>2</sup>; Reggiardo, E.<sup>2</sup>;  
Ojeda, J.<sup>2</sup>; Alvarez A.<sup>2</sup>; Villón C.<sup>2</sup>; Henderson, O.<sup>2</sup>,

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

### 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..

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., del IRGA Brasil, y los cultivares Diamante (Chile) y Puntal (España).

### Objetivo

Caracterizar el comportamiento agrofitefenológico 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 ocho ensayos distribuidos en cuatro departamentos: Dpto. Uruguay, Dpto San Salvador, Dpto. Concordia y Dpto. Federación en la provincia de Entre Ríos. 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.

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. La variable rendimiento agrícola (kg./ha) fue analizada por el paquete estadístico SAS. Se evaluaron caracteres agrofitefenológicos, 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, porcentaje de granos panza blanca, porcentaje de amilosa, temperatura de gelatinización, enfermedades y excersión de panoja.

Se cosechó una superficie de 3,6 m<sup>2</sup>. 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 26/X/2007 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 8/XI/2007 y con inundación permanente el 16/XII/06.

El análisis de suelo arrojó los siguientes valores para los parámetros químicos más importantes: fósforo, 10.2 ppm; Materia orgánica, 0.94 %; Nitrógeno total, 0.125; pH, 5.8, indicando un suelo con una baja provisión de, Nitrógeno y M.O.

El grupo de cultivares y líneas participantes tuvo un promedio general de 6036 kg./ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 8.7%.

En el Cuadro 1 se presentan los valores de los parámetros de rendimiento y %PB. Este ensayo tuvo condiciones de nacimiento desfavorables y crecimiento demorado por temperaturas extremas. El bajo rendimiento de grano promedio del ensayo indica una situación de ambiente con limitantes. Se distinguen los híbridos INOV y AVAXI en la variable rendimiento de grano/ha pero con un alto porcentaje de granos panza blanca.

Un segundo grupo de cultivares y líneas tropicales con promedios cercanos al promedio del ensayo sin diferencias estadísticamente significativas, presentan porcentajes de grano panza blanca sensiblemente diferentes. Se distingue claramente la calidad del cultivar CAMBA INTA PROARROZ por sobre el resto de los integrantes del grupo.

Los cultivares PUITA INTA-CL e IRGA 417 expresan su menor potencial de rendimiento aunque con bajo porcentaje de granos panza blanca.

Cuadro 1. ECRR EEA 1ra. Época.

| Cultivar    | CICLO | REND PROM |     | PB   |
|-------------|-------|-----------|-----|------|
|             | días  | kg/ha     |     | %    |
| INOV        | 102   | 7085      | a   | 7,4  |
| AVAXI CL    | 93    | 6768      | ab  | 44,4 |
| RP2         | 101   | 6742      | ab  |      |
| ECR 41      | 102   | 6516      | ab  | 23,1 |
| El Paso 144 | 102   | 6407      | ab  | 23,1 |
| ECRR 206    | 102   | 6326      | ab  | 9,3  |
| CAMBÁ       | 102   | 6239      | ab  | 2,8  |
| ECR 4       | 97    | 5840      | abc | 4,6  |
| ECR 32      | 100   | 5733      | bc  | 7,4  |
| ECRR 205    | 99    | 5598      | bc  | 15,7 |
| ECR 43      | 110   | 5550      | bc  | 7,4  |
| ECR 11      | 93    | 5505      | bc  | 10,2 |
| IRGA 417    | 91    | 5504      | bc  | 3,7  |
| PUITA       | 92    | 4696      | c   | 2,8  |

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

Nuevamente en esta campaña, las líneas experimentales ECRR 206 y 205 presentan valores de calidad inferiores al testigo de alta calidad CAMBÁ INTA-PROARROZ.

Los valores de calidad culinaria corresponden a una cocción suelta para todos los participantes.

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

| Cultivar  | % Amil. | Alkali Test |
|-----------|---------|-------------|
| ElPaso144 | 29.8    | 7.0         |
| RP2       | 30.0    | 7.0         |
| IRGA417   | 29.5    | 7.0         |
| CAMBÁ     | 29.1    | 7.0         |
| PUITA CL  | 29.0    | 7.0         |
| ECRR 205  | 29.2    | 7.0         |
| ECRR 206  | 29.7    | 7.0         |
| ECR 4     | 29.3    | 4.5         |
| ECR 11    | 29.1    | 7.0         |

|          |      |     |
|----------|------|-----|
| ECR 32   | 29.6 | 7.0 |
| ECR 41   | 29.9 | 7.0 |
| ECR 43   | 29.4 | 7.0 |
| INOV     | 30.0 | 7.0 |
| AVAXI CL | 27.0 | 2.2 |

### *ECRR EEA 2da. Época.*

La Fecha de siembra fue el 22/XI/2007 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 5/XII/2007 e inundación permanente el 28/XII/2007.

El análisis de suelo arrojó los siguientes valores para los parámetros químicos más importantes: fósforo, 10.2 ppm; Materia orgánica, 0.94 %; Nitrógeno total, 0.125; pH, 5.8, indicando un suelo con una baja provisión de, Nitrógeno y M.O.

El promedio general del ensayo fue de 8857 kg./ha para la variable rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 12,03 %. El promedio de rendimiento fue sensiblemente superior a la primera época de siembra debido fundamentalmente a las buenas condiciones de radiación y temperatura en las etapas de floración y llenado de grano correspondientes al mes de marzo.

En el Cuadro 3 se destaca el híbrido AVAXI con diferencias significativas respecto de los testigos. Sin embargo su porcentaje de granos panza blanca es extremadamente alta aún comparada con los testigos de baja calidad como El Paso 144 y RF2. A continuación y sin diferencias con el AVAXI se encuentran la línea ECRR 206 y el híbrido INOV. Ambos presentan buenos rendimientos y buena calidad.

El cultivar CAMBA INTA PROARROZ mantiene su calidad pero su rendimiento es inferior debido al atraso en la fecha de siembra. Su ciclo se acorta sensiblemente y compromete su capacidad de rendimiento. A diferencia del cultivar mencionado los cultivares IRGA 417 y PUITA INTA CL acortan muy poco su ciclo y mantienen calidad y rendimiento con respecto a la primera época de siembra.

**Cuadro 3. ECRR EEA 2da. Época**

| Cultivar  | CICLO | REND PROM |    | PB   |
|-----------|-------|-----------|----|------|
|           | días  | kg/ha     |    | %    |
| AVAXI CL  | 83    | 11193     | a  | 37,0 |
| ECRR 206  | 90    | 9877      | ab | 1,9  |
| INOV      | 89    | 9509      | ab | 1,9  |
| ECR 4     | 87    | 9442      | b  | 3,7  |
| ECR 32    | 89    | 9323      | b  | 5,6  |
| ECRR 205  | 89    | 8921      | b  | 1,9  |
| ECR 11    | 86    | 8733      | b  | 3,7  |
| IRGA417   | 87    | 8592      | b  | 2,8  |
| ElPaso144 | 92    | 8532      | b  | 13,0 |
| RP2       | 88    | 8458      | b  | 8,3  |

|          |     |      |   |     |
|----------|-----|------|---|-----|
| PUITA CL | 87  | 8390 | b | 0,9 |
| ECR 41   | 88  | 8282 | b | 2,8 |
| ECRR 43  | 100 | 8162 | b | 0,9 |
| CAMBÁ    | 87  | 8134 | b | 4,6 |
| PUNTAL   | 89  | 6337 | c | 1,9 |

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

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

| Cultivar  | % Amilosa | Alkali test |
|-----------|-----------|-------------|
| ElPaso144 | 29.7      | 7.0         |
| RP2       | 27.9      | 7.0         |
| IRGA417   | 28.8      | 7.0         |
| CAMBÁ     | 29.1      | 7.0         |
| PUITA CL  | 28.6      | 7.0         |
| ECRR 205  | 28.4      | 7.0         |
| ECRR 206  | 29.3      | 7.0         |
| ECR 4     | 28.4      | 6.3         |
| ECR 11    | 29.4      | 7.0         |
| ECR 32    | 28.2      | 6.9         |
| ECR 41    | 29.1      | 6.9         |
| ECRR 43   | 28.1      | 5.0         |
| INOV      | 29.6      | 7.0         |
| AVAXI CL  | 27.7      | 3.7         |
| PUNTAL    | 27.0      | 5.2         |

#### *ECRR Zona Centro 1ra. Época*

El ensayo de la primera época de la zona centro fue instalado en la arrocera del productor Jorge Paoloni, el 25/X/2007 y se registró el nacimiento del 50% de las plantas el 5/XI/2007.

El análisis de los parámetros de fertilidad del suelo arrojaron los siguientes resultados: fósforo 10.2 p.p.m., Materia Orgánica 2.45 %, nitrógeno total 0.141 % y pH 6 indicando una muy buena disponibilidad de fósforo y nitrógeno pero de materia orgánica relativamente baja que con la fertilización de base y al macollaje fue complementada satisfactoriamente.

Este ensayo registró un promedio de 5378 kg/ha y coeficiente de variación de 18.7% indicando una alta variabilidad y condiciones ambientales desfavorables con baja productividad. La línea ECRR205 se destaca por sobre el resto de los participantes

reiterando un comportamiento de mayor productividad en condiciones de baja fertilidad, baja densidad de plantas y presencia de malezas. A continuación de esta línea se agrupan el cultivar RP2 y los híbridos con rendimientos similares pero calidades diferentes. Particularmente el híbrido AVAXI CL presenta un bajo rendimiento industrial y un muy alto porcentaje de granos panza blanca.

El cultivar CAMBA INTA PROARROZ no se destaca por sobre el resto de los participantes con un rendimiento en torno al promedio del ensayo pero con el mejor valor de factor entre todos los participantes.

Cuadro 5. ECRR Centro 1era. Época

| Cultivar    | PROM  |     | Entero | Total | Entero | Total | PB   | FACTOR | REMD |
|-------------|-------|-----|--------|-------|--------|-------|------|--------|------|
|             | kg/ha |     | %      | %     | ha     | ha    | %    |        | CORR |
| ECRR 205    | 6487  | a   | 67,3   | 69,1  | 4365   | 4482  | 7,4  | 106    | 6875 |
| RP2         | 6038  | ab  | 62,7   | 68,4  | 3786   | 4127  | 3,7  | 104    | 6301 |
| AVAXI CL    | 5942  | ab  | 51,3   | 69,4  | 3045   | 4121  | 26,9 | 71     | 4204 |
| INOV        | 5829  | ab  | 64,3   | 68,8  | 3748   | 4010  | 9,3  | 101    | 5878 |
| ECR 11      | 5653  | ab  | 66,2   | 69,3  | 3740   | 3915  | 3,7  | 109    | 6145 |
| DIAMANTE    | 5574  | abc | 60,5   | 66,3  | 3372   | 3696  | 12,0 | 92     | 5115 |
| El Paso 144 | 5500  | abc | 66,0   | 68,1  | 3630   | 3743  | 13,9 | 97     | 5344 |
| ECR 32      | 5318  | abc | 67,8   | 69,3  | 3603   | 3683  | 10,2 | 104    | 5521 |
| CAMBÁ       | 5256  | abc | 66,6   | 69,0  | 3500   | 3624  | 1,9  | 111    | 5818 |
| ECR 4       | 5250  | abc | 67,4   | 69,1  | 3538   | 3625  | 5,6  | 108    | 5664 |
| ECR 43      | 5109  | abc | 63,9   | 67,0  | 3262   | 3420  | 1,9  | 106    | 5412 |
| ECRR 206    | 5029  | abc | 66,9   | 68,5  | 3362   | 3442  | 4,6  | 108    | 5414 |
| IRGA 417    | 4784  | bc  | 62,7   | 68,9  | 3000   | 3296  | 0,9  | 108    | 5148 |
| ECR 41      | 4666  | bc  | 67,0   | 69,0  | 3126   | 3219  | 13,9 | 99     | 4624 |
| PUITA C L   | 4084  | c   | 60,0   | 69,0  | 2450   | 2818  | 0,0  | 105    | 4288 |

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

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

| Cultivar    | %       |             |
|-------------|---------|-------------|
|             | Amilosa | Alkali test |
| El Paso 144 | 29.2    | 7.0         |
| RP2         | 30.3    | 6.9         |
| IRGA 417    | 29.5    | 7.0         |
| CAMBÁ       | 28.8    | 7.0         |
| PUITA C L   | 29.3    | 7.0         |
| ECRR 205    | 28.9    | 7.0         |
| ECRR 206    | 29.2    | 7.0         |
| ECR 4       | 29.0    | 7.0         |
| ECR 11      | 30.2    | 7.0         |
| ECR 32      | 30.0    | 7.0         |
| ECR 41      | 29.9    | 7.0         |
| ECR 43      | 29.3    | 2.6         |
| INOV        | 29.2    | 7.0         |
| AVAXI CL    | 28.4    | 2.3         |
| DIAMANTE    | 21.5    | 6.0         |

#### *ECRR Zona Centro 2da. Época*

El ensayo en esta localidad estuvo ubicado en el establecimiento del Sr. Noriega en la localidad de San Ernesto y la fecha de siembra fue el 14/XI/2007 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 24/XI/2007.

Los parámetros de caracterización de suelos registraron los siguientes valores: fósforo , 17.8 ppm, Materia Orgánica 3,66 , Nitrógeno Total 0.11 %, pH 5.8, indicando un suelo con buena provisión de fósforo y con alguna limitante en la disponibilidad de Nitrógeno. La fertilización Nitrogenada del ensayo cubrió las necesidades del cultivo como lo demuestra el rendimiento promedio.

El valor promedio de la variable rendimiento de grano por hectárea de todos los participantes fue de 7836 kg/ha con un coeficiente de variación de 9,5 %.

Se distingue por su rendimiento el híbrido AVAXI CL con diferencia estadísticamente significativa respecto a todos los participantes menos RP2 que comparte la ubicación de alto rendimiento. Sin embargo ambos integrantes del ensayo muestran un extremadamente alto porcentaje de grano panza blanca y valores de porcentaje de grano entero inferiores al resto. En la variable rendimiento corregido se puede verificar la sensible desventaja que representa sus bajas calidades al momento de comercializar.

El cultivar CAMBA INTA PROARROZ reitera su excelente calidad, registrando el valor de factor mas alto del ensayo y obteniendo consecuentemente el mayor valor de la variable rendimiento corregido.

Cuadro 8. ECRR Centro 2da. Época

| Cultivar    |     | REND | Entero | Total | Entero | Total | PB    |        | REND |
|-------------|-----|------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|------|
|             |     | PROM | %      | %     | ha     | ha    | %     | FACTOR | CORR |
| AVAXI CL    | a   | 9798 | 61,7   | 66,9  | 6046   | 6550  | 15,74 | 89,8   | 8800 |
| RP2         | ab  | 9046 | 62,6   | 67,2  | 5658   | 6079  | 25,93 | 80,8   | 7312 |
| INOV        | bc  | 8391 | 64,2   | 67,9  | 5383   | 5698  | 4,63  | 104,4  | 8762 |
| CAMBÁ       | bc  | 8183 | 67,5   | 69,1  | 5523   | 5654  | 0,00  | 112,6  | 9214 |
| El Paso 144 | bc  | 8033 | 66,4   | 67,9  | 5330   | 5455  | 6,48  | 104,8  | 8416 |
| ECR 32      | bcd | 7973 | 66,9   | 68    | 5330   | 5418  | 2,78  | 109,0  | 8693 |
| PUNTAL      | bcd | 7924 | 65,5   | 67,6  | 5190   | 5353  | 1,85  | 108,2  | 8574 |
| ECR 41      | bcd | 7918 | 66,2   | 68,4  | 5241   | 5416  | 0,93  | 110,6  | 8757 |
| PUITA       | bcd | 7805 | 66,9   | 67,7  | 5221   | 5284  | 0,00  | 110,6  | 8632 |
| ECR 11      | cd  | 7757 | 66,3   | 67,9  | 5143   | 5267  | 4,63  | 106,6  | 8266 |
| ECRR 206    | cd  | 7553 | 64,7   | 67,1  | 4883   | 5068  | 0,93  | 107,8  | 8138 |
| IRGA 417    | cd  | 7546 | 67,0   | 68,1  | 5056   | 5135  | 1,85  | 110,2  | 8315 |
| ECR 4       | cd  | 7510 | 67,1   | 68,5  | 5035   | 5144  | 0,93  | 111,6  | 8377 |
| ECRR 205    | d   | 6720 | 65,8   | 67,8  | 4418   | 4556  | 4,63  | 105,9  | 7118 |
| ECR 43      | e   | 5409 | 56,9   | 64,6  | 3075   | 3491  | 0,93  | 97,4   | 5268 |

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

Las calidades culinarias se reportan en el cuadro 9 donde se verifican que todos los participantes tienen alta amilosa y temperatura de gelatinización baja excepto el cultivar Puntal.

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

| Cultivar    | % Amil. | Alkali Test |
|-------------|---------|-------------|
| El Paso 144 | 28.4    |             |
| RP2         | 28.7    |             |
| IRGA 417    | 28.1    |             |
| CAMBÁ       | 28.5    |             |
| PUITA       | 27.6    | 7.0         |
| ECRR 205    | 29.8    | 7.0         |
| ECRR 206    | 29.5    | 7.0         |
| ECR 4       | 29.6    | 6.4         |
| ECR 11      | 30.1    | 6.7         |
| ECR 32      | 30.2    | 7.0         |
| ECR 41      | 29.0    | 7.0         |
| ECR 43      | 29.4    | 3.9         |
| INOV        | 29.2    | 7.0         |
| AVAXI CL    | 27.7    | 5.1         |
| PUNTAL      | 27.0    | 3.4         |

### ECRR Zona Norte 1ra. Época

El ensayo en esta localidad estuvo ubicado en el establecimiento El Brillante en la arrocería del Sr. Ricardo Lande en la localidad de Los Charrúas y la fecha de siembra fue el 26/X/2007 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 10/XI/2006 después de repetidos baños para favorecer la emergencia.

A pesar del nacimiento desperejo debido a los baños el ensayo alcanzó un valor promedio de 8829 kg/ha con un coeficiente de variación del 7 %, indicando un buen ensayo tanto respecto a la expresión de potencial de rendimiento como en confiabilidad de los promedios.

Los parámetros químicos de fertilidad del suelo indican un sustrato relativamente escaso en nutrientes básicos: fósforo 5 p.p.m., materia orgánica 2.59 % , Nitrógeno total 0.141 % y pH 5.6. A pesar de esta reducida provisión de nitrógeno por el suelo se alcanzaron buenos rendimientos debido a la fertilización programada.

En primer lugar se reitera el buen potencial de rendimiento del híbrido AVAXI CL con diferencias significativas respecto del resto de los participantes pero con una calidad extremadamente inferior a los testigos. A continuación y sin diferencias estadísticas entre ellos, se agrupan el híbrido INOV, las líneas experimentales ECRR 206 y 205 y los testigos de alto potencial y de calidad. Si consideramos la variable rendimiento corregido se ordenan primero la línea ECRR 206, El Paso 144, INOV y ECRR 205. El cultivar CAMBA INTA PROARROZ registra un excelente factor y un valor de rendimiento corregido algo inferior al grupo anterior.

Cuadro 10. ECRR Norte 1ra. Época

| Cultivar    |    | REND  | Entero | Total | Entero | Total | PB   |        | REND  |
|-------------|----|-------|--------|-------|--------|-------|------|--------|-------|
|             |    | PROM  | %      | %     | ha     | ha    | %    | FACTOR | CORR  |
| AVAXI CL    | a  | 11052 | 58,5   | 68,7  | 6460   | 7593  | 30,6 | 74     | 8134  |
| INOV        | b  | 9644  | 65,4   | 69,2  | 6307   | 6669  | 4,6  | 107    | 10311 |
| RP2         | b  | 9637  | 65,4   | 68,8  | 6298   | 6625  | 17,6 | 94     | 9011  |
| ECR 11      | b  | 9607  | 67,0   | 69,1  | 6436   | 6638  | 19,4 | 94     | 8997  |
| El Paso 144 | b  | 9536  | 67,6   | 69,2  | 6446   | 6594  | 5,6  | 108    | 10317 |
| ECR 41      | bc | 9449  | 67,7   | 69,2  | 6392   | 6539  | 13,0 | 101    | 9533  |
| ECRR 206    | bc | 9319  | 67,5   | 69,0  | 6286   | 6426  | 1,9  | 112    | 10396 |
| ECR 4       | bc | 9185  | 67,9   | 69,6  | 6232   | 6393  | 8,3  | 106    | 9747  |
| ECRR 205    | bc | 9115  | 67,7   | 69,3  | 6171   | 6312  | 1,9  | 112    | 10218 |
| CAMBÁ       | bc | 8861  | 67,8   | 69,3  | 6008   | 6141  | 6,5  | 108    | 9536  |
| PUITA CL    | c  | 8480  | 64,8   | 68,2  | 5495   | 5783  | 0,0  | 109    | 9243  |
| IRGA 417    | c  | 7551  | 65,4   | 68,4  | 4935   | 5161  | 2,8  | 108    | 8150  |
| ECR 43      | c  | 7491  | 63,9   | 67,9  | 4783   | 5082  | 4,6  | 104    | 7795  |
| ECR 32      | c  | 6580  | 68,0   | 69,6  | 4475   | 4577  | 8,3  | 106    | 6989  |
| DIAMANTE    | e  | 4918  | 62,1   | 65    | 3052   | 3185  | 6,5  | 97     | 4786  |

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

El cultivar DIAMANTE se ha incorporado a pedido de la industria para conocer su comportamiento. Se puede observar que es un cultivar de bajo potencial con calidad industrial regular y calidad culinaria de granos pegados después de la cocción. Es de tipo de grano mediano carolina grande.

**Cuadro 11. Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test**

| Cultivar    | % Amil. | Alkali Test |
|-------------|---------|-------------|
| El Paso 144 | 30.1    | 7.0         |
| RP2         | 28.8    | 7.0         |
| IRGA 417    | 29.6    | 7.0         |
| CAMBÁ       | 27.9    | 7.0         |
| PUITA CL    | 29.9    | 7.0         |
| ECRR 205    | 29.7    | 7.0         |
| ECRR 206    | 31.0    | 7.0         |
| ECR 4       | 29.0    | 7.0         |
| ECR 11      | 29.3    | 7.0         |
| ECR 32      | 28.9    | 7.0         |
| ECR 41      | 29.2    | 7.0         |
| ECR 43      | 28.5    | 3.3         |
| INOV        | 30.0    | 7.0         |
| AVAXI CL    | 27.9    | 2.6         |
| DIAMANTE    | 21.6    | 6.0         |

#### *ECRR Zona Norte 2da. Epoca*

Este ensayo fue ubicado en la localidad de los Charrúas en la arrocería de Romero y la fecha de siembra fue el 10/XI/2007 observándose el nacimiento del 50% de las plántulas el 2/XII/2007.

Los parámetros químicos de fertilidad de suelo indicaron un suelo de alta fertilidad con materia orgánica, disponibilidad de Nitrógeno y provisión de fósforo suficiente. Los valores determinados fueron los siguientes: fósforo 20 p.p.m., materia orgánica 5.2 %, Nitrógeno total 0,25 % y pH 4,7.

El promedio general del ensayo fue el más alto de todos los ensayos de esta campaña con un valor de 11409 kg/ha y un coeficiente de variación de 5.9 %, indicando una localidad de alto potencial y un ensayo con alta confiabilidad.

En este ensayo se destaca el híbrido AVAXI CL con diferencias estadísticamente significativas respecto del resto. A su vez presenta junto con los cultivares RP2 y El Paso 144 los valores más altos de granos panza blanca y un bajo valor de grano entero.

El cultivar de mayor rendimiento y buena calidad fue el cultivar PUNTAL que se ensaya por primera vez en la Argentina. Su tipo de planta es de características javánica

similar a los cultivares liberados en USA. Registra una muy buena calidad industrial y un alto valor de factor. Su calidad culinaria responde a las características de los cultivares de USA con amilosa intermedia alta y temperatura de gelatinización alta. Su cocción es probable que produzca granos pegajosos y se desintegren con exceso de temperatura.

Cuadro 12. ECRR Norte 2da. Epoca

| Cultivar  | REND  |      | Entero | Total | Entero | Total | PB   | FACTOR | REND  |
|-----------|-------|------|--------|-------|--------|-------|------|--------|-------|
|           | PROM  |      | %      | %     | ha     | ha    | %    |        | CORR  |
| AVAXI CL  | 13719 | a    | 64,9   | 68,6  | 8897   | 9411  | 15,7 | 94,7   | 12993 |
| PUNTAL    | 12258 | b    | 67,1   | 69,2  | 8225   | 8476  | 4,6  | 108,6  | 13314 |
| ECR 32    | 11965 | bc   | 68,2   | 69,2  | 8154   | 8280  | 8,3  | 106,0  | 12685 |
| ECR 11    | 11739 | bcd  | 67,4   | 68,7  | 7912   | 8065  | 7,4  | 105,7  | 12407 |
| INOV      | 11707 | bcd  | 67,7   | 70,0  | 7920   | 8189  | 9,3  | 105,3  | 12332 |
| CAMBÁ     | 11522 | bcd  | 68,6   | 69,7  | 7898   | 8031  | 8,3  | 106,9  | 12318 |
| ECR 41    | 11453 | bcde | 68,0   | 69,3  | 7788   | 7937  | 12,0 | 102,3  | 11713 |
| RP2       | 11422 | bcde | 66,2   | 68,5  | 7562   | 7824  | 18,5 | 93,2   | 10643 |
| ECRR 206  | 11398 | bcde | 67,3   | 68,4  | 7665   | 7796  | 7,4  | 105,2  | 11995 |
| ECR 4     | 11080 | cdef | 67,3   | 68,6  | 7451   | 7595  | 6,5  | 106,3  | 11780 |
| EIPaso144 | 11024 | cdef | 68,1   | 69,2  | 7507   | 7623  | 14,8 | 99,4   | 10962 |
| PUITA CL  | 10750 | def  | 67,5   | 68,0  | 7251   | 7310  | 2,8  | 109,7  | 11789 |
| IRGA417   | 10673 | def  | 67,4   | 68,0  | 7188   | 7258  | 0,0  | 111,4  | 11884 |
| ECRR 205  | 10369 | ef   | 67,9   | 68,9  | 7035   | 7144  | 12,0 | 101,7  | 10547 |
| ECR 43    | 10059 | f    | 64,2   | 68,0  | 6458   | 6835  | 2,8  | 106,4  | 10700 |

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

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

| Cultivar  | % Amil. | Alkali Test |
|-----------|---------|-------------|
| EIPaso144 | 27.8    | 7.0         |
| RP2       | 29.5    | 7.0         |
| IRGA417   | 28.7    | 7.0         |
| CAMBÁ     | 27.8    | 7.0         |
| PUITA CL  | 27.9    | 7.0         |
| ECRR 205  | 29.2    | 7.0         |
| ECRR 206  | 29.1    | 7.0         |
| ECR 4     | 28.1    | 5.2         |

|          |      |     |
|----------|------|-----|
| ECR 11   | 28.4 | 7.0 |
| ECR 32   | 28.6 | 7.0 |
| ECR 41   | 27.7 | 6.7 |
| ECR 43   | 29.6 | 4.1 |
| INOV     | 28.8 | 7.0 |
| AVAXI CL | 24.6 | 4.9 |
| PUNTAL   | 25.8 | 4.1 |

### *ECRR Zona Centro Norte Ira. Época*

El ensayo en esta zona fue ubicado en la región de represas en la estancia Santa María de J. M. Mendiburu y su fecha de siembra fue el 23/X/2007 y se observó el 50 % de emergencia de las plantas el 1/XI/2007.

Las determinaciones de laboratorio de los parámetros químicos de fertilidad de suelo indicaban un contenido de fósforo de 8.6 p.p.m., materia orgánica 3.22 %, Nitrógeno total 0.11 % y pH 4.8. Puede caracterizarse como un suelo con baja disponibilidad de nitrógeno. 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 9157 kg/ha con un coeficiente de variación de 5.9 %.

Se destacan la línea experimental ECRR206 con rendimiento de grano superior a al resto y buena calidad industrial. Esta línea ha demostrado tener un potencial algo mayor que el testigo CAMBA INTA PROARROZ pero de una calidad algo inferior.

El mejor híbrido es INOV el cual registra un rendimiento similar a los testigos de alto potencial y una muy buena calidad. Su rendimiento corregido es igual al cultivar de mejor calidad CAMBA INTA PROARROZ.

En esta localidad el cultivar DIAMANTE registra un bajo rendimiento pero a diferencia de lo observado en la zona Centro su calidad industrial es buena con un factor de 103.5.

Cuadro 14. ECRR Centro Norte 1era. Época

| Cultivar  | REND<br>PROM |     | Entero<br>% | Total<br>% | Entero<br>ha | Total<br>ha | PB<br>% | FACTOR | REND<br>CORR |
|-----------|--------------|-----|-------------|------------|--------------|-------------|---------|--------|--------------|
| ECRR 206  | 10175        | a   | 64,9        | 67,75      | 6604         | 6893        | 7,4     | 102,2  | 10403        |
| ECR 32    | 10123        | a   | 65,4        | 68,2       | 6620         | 6904        | 13,0    | 97,6   | 9883         |
| ECR 4     | 9689         | ab  | 64,55       | 67,55      | 6254         | 6545        | 7,4     | 101,7  | 9853         |
| EIPaso144 | 9671         | ab  | 63,8        | 67,05      | 6170         | 6485        | 9,3     | 98,6   | 9535         |
| ECR 11    | 9548         | abc | 65          | 66,9       | 6206         | 6388        | 9,3     | 99,6   | 9514         |
| AVAXI CL  | 9539         | abc | 63,05       | 66,95      | 6014         | 6386        | 19,4    | 87,6   | 8352         |
| CAMBÁ     | 9437         | abc | 65,45       | 67,85      | 6177         | 6403        | 3,7     | 106,6  | 10059        |
| PUITA CL  | 9365         | abc | 66,3        | 67,85      | 6209         | 6354        | 7,4     | 103,7  | 9715         |
| INOV      | 9284         | abc | 63,95       | 68,3       | 5937         | 6341        | 0,9     | 108,3  | 10050        |
| ECRR 205  | 9093         | bc  | 65,2        | 68,35      | 5928         | 6215        | 10,2    | 100,4  | 9126         |
| IRGA417   | 9086         | bc  | 66,45       | 67,8       | 6038         | 6160        | 0,0     | 110,3  | 10017        |
| ECR 43    | 8804         | bc  | 62,4        | 66,6       | 5494         | 5864        | 3,7     | 102,3  | 9006         |
| ECR 41    | 8649         | c   | 64,6        | 67,9       | 5587         | 5872        | 1,9     | 107,6  | 9310         |
| RP2       | 8645         | c   | 65,2        | 66,5       | 5637         | 5749        | 2,8     | 105,9  | 9157         |
| DIAMANTE  | 6261         | d   | 62,8        | 64,65      | 3932         | 4047        | 0,0     | 103,5  | 6477         |

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

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

| Cultivar  | % Amil. | Alkali Test |
|-----------|---------|-------------|
| EIPaso144 | 28,5    | 7.0         |
| RP2       | 28,8    | 7.0         |
| IRGA417   | 28      | 7.0         |
| CAMBÁ     | 27,8    | 7.0         |
| PUITA CL  | 28,7    | 7.0         |
| ECRR 205  | 29,2    | 7.0         |
| ECRR 206  | 29,2    | 6.6         |
| ECR 4     | 29,1    | 6.6         |
| ECR 11    | 28      | 7.0         |
| ECR 32    | 28,2    | 6.8         |
| ECR 41    | 28,2    | 6.8         |
| ECR 43    | 29,6    | 3.0         |
| INOV      | 29,2    | 7.0         |
| AVAXI CL  | 27,1    | 2.8         |
| DIAMANTE  | 20,2    | 6.9         |

### ECRR Zona Centro Norte 2da. Época

El ensayo en esta zona fue ubicado en el establecimiento de los Hnos. Agosti en la localidad de Los Conquistadores y su fecha de siembra fue el 15/XI/2007 y se observó el 50 % de emergencia de las plantas el 8/XII/2006, indicando una demora en el nacimiento por falta de precipitaciones que fue promovida con baños sucesivos. Aún así el nacimiento homogéneo y la población de plantas logradas fue satisfactoria, con un promedio de 150 pl/m<sup>2</sup>

Las determinaciones de laboratorio de los parámetros químicos de fertilidad de suelo indicaban un contenido de fósforo de 7.5p.p.m., materia orgánica 2.99%, Nitrógeno total 0.157 % y pH 4.7. Puede caracterizarse como un suelo con baja disponibilidad de nitrógeno, y M.O. La fertilización programada para estos ensayos permitió que los participantes encuentren una fuente de nutrientes apropiada para expresar su potencial como lo demuestra el alto rendimiento promedio del ensayo.

El promedio del ensayo para la variable rendimiento de granos por hectárea fue de 10555 kg/ha con un coeficiente de variación de 6.15% , indicando un ensayo en el cual se expresan los altos potenciales de rendimiento con alta confiabilidad.

Los híbridos demuestran un excelente comportamiento con una diferencia estadísticamente significativa a favor del AVAXI CL por sobre el resto de los participantes. A continuación se ubica el híbrido INOV, RP2, CAMBA INTA-PROARROZ y líneas experimentales en un conjunto de alto rendimiento.

Al considerar las variables de calidad industrial se exponen la diferencia de calidad , donde el híbrido INOV alcanza valores sensiblemente mejores que AVAXI y los testigos de calidad como el CAMBA INTA PROARROZ presenta el valor de factor mas alto del ensayo revirtiendo el orden en las posiciones de rendimiento corregido. La superioridad de rendimiento de grano del híbrido AVAXI CL se compensa con la excelente calidad del testigo CAMBA INTA PROARROZ y del otro híbrido de menor potencial pero de alta calidad INOV.

Cuadro 16. ECRR Centro Norte 2da. Época

| Cultivar | REND<br>PROM |    | Entero<br>% | Total<br>% | Entero<br>ha | Total<br>ha | PB<br>% | FACTOR | REND<br>CORR |
|----------|--------------|----|-------------|------------|--------------|-------------|---------|--------|--------------|
| AVAXI CL | 12647        | a  | 63,1        | 68,0       | 7980         | 8600        | 14,8    | 93     | 11798        |
| INOV     | 11235        | b  | 64,1        | 68,1       | 7201         | 7651        | 4,6     | 105    | 11748        |
| RP2      | 11040        | bc | 65,1        | 67,7       | 7187         | 7474        | 15,7    | 94     | 10384        |
| ECR 32   | 11037        | bc | 55,6        | 67,9       | 7235         | 7494        | 3,7     | 107    | 11781        |
| CAMBÁ    | 10856        | bc | 67,0        | 69,0       | 7274         | 7485        | 1,9     | 111    | 12061        |
| ECRR 206 | 10753        | bc | 64,6        | 67,2       | 6941         | 7221        | 2,8     | 106    | 11390        |
| PUNTAL   | 10719        | bc | 66,0        | 68,1       | 7075         | 7300        | 0,9     | 110    | 11802        |
| ECR 11   | 10636        | bc | 65,5        | 67,8       | 6967         | 7211        | 7,4     | 103    | 10944        |

|           |       |    |      |      |      |      |      |     |       |
|-----------|-------|----|------|------|------|------|------|-----|-------|
| ElPaso144 | 10585 | bc | 66,4 | 68,1 | 7028 | 7203 | 9,3  | 102 | 10817 |
| ECRR 205  | 10485 | bc | 66,2 | 68,3 | 6941 | 7162 | 1,9  | 110 | 11497 |
| ECR 41    | 10195 | bc | 65,7 | 68,4 | 6698 | 6973 | 12,0 | 99  | 10099 |
| PUITA CL  | 10171 | bc | 66,4 | 67,4 | 6753 | 6850 | 0,9  | 110 | 11162 |
| IRGA417   | 10165 | bc | 67,1 | 67,8 | 6821 | 6887 | 1,9  | 110 | 11181 |
| ECR 4     | 9932  | c  | 65,8 | 67,8 | 6530 | 6729 | 3,7  | 107 | 10607 |
| ECR 43    | 7888  | d  | 61,8 | 66,2 | 4875 | 5218 | 1,9  | 103 | 8132  |

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

El cultivar PUNTAL demuestra un buen potencial de rendimiento y muy buena calidad industrial. Su calidad culinaria

Cuadro 17. Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test

| Cultivar  | % Amil. | Alkali Test |
|-----------|---------|-------------|
| ElPaso144 | 28,7    | 7.0         |
| RP2       | 28      | 7.0         |
| IPGA417   | 27,7    | 7.0         |
| CAMBÁ     | 27,7    | 7.0         |
| PUITA CL  | 27,8    | 7.0         |
| ECRR 205  | 29,4    | 7.0         |
| ECRR 206  | 28,2    | 7.0         |
| ECR 4     | 28,2    | 6.1         |
| FCR 11    | 28,9    | 7.0         |
| ECR 32    | 27,6    | 7.0         |
| ECR 41    | 28      | 6.7         |
| ECR 43    | 29,4    | 3.8         |
| INOVA     | 28,7    | 7           |
| AVAXI CL  | 24,7    | 3.8         |
| PUNTAL    | 25,8    | 2.5         |

### *ECRR Zona Sur unica. Época*

El ensayo en esta zona fue ubicado en la localidad de San Miguel, Villa Elisa, en la arrocera del Sr. Ducret. Su fecha de siembra fue el 13/X/2007 y se observó el 50 % de emergencia de las plantas el 20/XI/2007 con una población de plantas heterogénea y relativamente reducida debido a la falta de precipitaciones y la inducción con baños sucesivos.

Los parámetros de fertilidad de suelo fueron los siguientes: fósforo 9.9 ppm, Materia orgánica 3.09 %, Nitrógeno total 0.172 % y un pH 5.2, indicando un suelo de fertilidad

media y un pH compatible con un buen desarrollo de la planta. Si bien las variables físicas del suelo no fueron registradas, luego de los riegos de nacimiento, se pudo observar un planchado de suelo típico de aquellos con una historia de agricultura intensiva.

El promedio del ensayo fue de 9337 kg/ha con un coeficiente de variación de 7.8 %.

Los cultivares testigos de alta calidad se ubican en los primeros lugares de la variable rendimiento de grano. Registran también un alto valor de factor y consecuentemente aumentan su ventaja respecto al resto de los competidores al momento de evaluar el rendimiento corregido. De los híbridos se destaca el INOV con buen rendimiento agrícola y buena calidad, aunque no es superior al testigo CAMBAINIA PROARROZ.

En esta localidad el cultivar PUNTAL no expresa el potencial demostrado en otras localidades y registra un bajo porcentaje de grano entero.

Cuadro 18. ECRR Sur única Época

| Cultivar    | PROM  |       | Entero | Total | Entero | Total | PB   | FACTOR | REMD  |
|-------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|------|--------|-------|
|             | kg/ha |       | %      | %     | ha     | ha    | %    |        | CORR  |
| PUITA CL    | 10734 | a     | 66,0   | 67,6  | 7085   | 7251  | 1,9  | 108,7  | 11668 |
| CAMBÁ       | 10541 | ab    | 65,0   | 68,2  | 6846   | 7184  | 3,7  | 106,4  | 11215 |
| El Paso 144 | 10225 | abc   | 64,1   | 67,0  | 6554   | 6850  | 10,2 | 97,9   | 10011 |
| INOV        | 10011 | abcd  | 64,1   | 67,8  | 6417   | 6788  | 1,9  | 107,0  | 10717 |
| AVAXI CL    | 9662  | abcde | 59,5   | 66,6  | 5749   | 6435  | 9,3  | 93,8   | 9067  |
| IRGA 417    | 9450  | abcde | 64,4   | 67,1  | 6086   | 6336  | 0,9  | 107,5  | 10154 |
| RP2         | 9424  | abcde | 60,3   | 66,0  | 5683   | 6220  | 16,7 | 86,6   | 8164  |
| ECR 41      | 9357  | bcde  | 64,8   | 67,6  | 6058   | 6325  | 7,4  | 101,9  | 9538  |
| ECR 11      | 9008  | cde   | 62,0   | 66,7  | 5585   | 6008  | 3,7  | 102,0  | 9188  |
| ECR 32      | 8877  | cde   | 63,5   | 66,8  | 5637   | 5925  | 3,7  | 103,5  | 9192  |
| ECRR 205    | 8666  | de    | 62,9   | 66,5  | 5451   | 5763  | 4,6  | 101,8  | 8819  |
| PUNTAL      | 8583  | e     | 59,9   | 64,6  | 5137   | 5540  | 0,9  | 100,4  | 8618  |
| ECRR 206    | 8553  | e     | 61,6   | 65,6  | 5264   | 5607  | 5,6  | 98,5   | 8429  |
| ECR 4       | 8362  | e     | 63,1   | 66,9  | 5272   | 5594  | 6,5  | 100,5  | 8401  |

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

Cuadro 19. Calidad culinaria: porcentaje de Amilosa y Alkali Test

| Cultivar  | % Amilosa | Alkali Test |
|-----------|-----------|-------------|
| EIPaso144 | 27,1      | 7.0         |
| RP2       | 27,8      | 7.0         |
| IRGA417   | 27        | 7.0         |
| CAMBÁ     | 26.9      | 7.0         |
| PUITA CL  | 27,4      | 7.0         |

|          |      |     |
|----------|------|-----|
| ECRR 205 | 27,9 | 7.0 |
| ECRR 206 | 26,9 | 7.0 |
| ECR 4    | 27,3 | 5.8 |
| ECR 11   | 26,5 | 7.0 |
| ECR 32   | 27,2 | 7.0 |
| ECR 41   | 26,5 | 7.0 |
| ECR 43   |      |     |
| INOV     | 28,3 | 7.0 |
| AVAXI CL | 27   | 3.8 |

### Conclusiones

El cuadro 20 sintetiza los resultados promedios de los nueve ensayos de la campaña 2007-08 para las variables rendimiento agrícola.

En este análisis del conjunto de los ensayos se destaca la superioridad del híbrido AVAXI CL por sobre todos los otros participantes en su valor promedio y en especial en las localidades de alto potencial. El resto de los participantes conforman un conjunto donde se destacan el híbrido INOV y el cultivares testigos RP2, El Paso 144, CAMBA INTA PROARROZ y la línea ECRR206 en ese orden y sin diferencia importantes.

**Cuadro20. Promedios de los participantes en cada localidad , promedio general de la localidad y promedio general de cada participante a través de las localidades para las variables de rendimiento, de los ECRR 2007-08.**

| Cultivar        | EEA 1       | EEA 2       | SUR         | CENT 1      | CENT 2      | NORTE 1     | NORTE 2      | CN 1        | CN 2         | PROM. |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------|
| EIPaso144       | 6407        | 8532        | 10225       | 5500        | 8033        | 9536        | 11024        | 9671        | 10585        | 8835  |
| RP2             | 6742        | 8458        | 9424        | 6038        | 9046        | 9637        | 11422        | 8645        | 11040        | 8939  |
| IRGA417         | 5504        | 8592        | 9450        | 4784        | 7546        | 7551        | 10673        | 9086        | 10165        | 8150  |
| CAMBÁ           | 6239        | 8166        | 10734       | 5256        | 8183        | 8861        | 11522        | 9332        | 10856        | 8794  |
| PUITA CL        | 4696        | 8390        | 10541       | 4084        | 7805        | 8480        | 10750        | 9365        | 10171        | 8253  |
| ECRR 205        | 5598        | 8921        | 8666        | 6487        | 6720        | 9115        | 10369        | 9093        | 10485        | 8384  |
| ECRR 206        | 6326        | 9877        | 8553        | 5029        | 7553        | 9319        | 11398        | 10175       | 10753        | 8776  |
| ECR 4           | 5840        | 9442        | 8362        | 5250        | 7510        | 9185        | 11080        | 9689        | 9932         | 8477  |
| ECR 11          | 5505        | 8733        | 9008        | 5653        | 7757        | 9607        | 11739        | 9548        | 10636        | 8687  |
| ECR 32          | 5733        | 9323        | 8877        | 5318        | 7973        | 6580        | 11965        | 10123       | 11037        | 8548  |
| ECR 41          | 6516        | 8282        | 9357        | 4666        | 7918        | 9449        | 11453        | 8649        | 10195        | 8498  |
| ECR 43          | 5550        | 8162        |             | 5109        | 5409        | 7491        | 10059        | 8804        | 7888         | 7309  |
| INOV            | 7085        | 9509        | 10011       | 5829        | 8391        | 9644        | 11707        | 9284        | 11235        | 9188  |
| AVAXI CL        | 6768        | 11193       | 9662        | 5942        | 9798        | 11052       | 13719        | 9539        | 12647        | 10036 |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>6036</b> | <b>8794</b> | <b>9389</b> | <b>5368</b> | <b>7838</b> | <b>8695</b> | <b>11409</b> | <b>9151</b> | <b>10556</b> |       |

En el Cuadro 21 se presentan los promedios de la variable rendimiento corregido para participante en los siete ensayos que tuvieron evaluación de calidad y su promedio general.

Se puede observar que al ponderar el rendimiento agrícola por el factor de calidad se destacan los genotipos con menor porcentaje de panza blanca y altos valores de % de grano entero. Así el cultivar testigo CAMBA INTA PROARROZ y el híbrido INOV superan al resto de los participantes y en algunos casos con diferencias apreciables. Es el caso del híbrido AVAXI CL que de ser el de mayor rendimiento agrícola con un 10% de superioridad por sobre los participantes de alta calidad, se convierte en un 10% inferior a los mismos al considerar la variable rendimiento corregido por factor.

De las líneas experimentales se destaca el participante ECRR206 que es la misma línea que en años anteriores se denominaba, ECR 88/04-05; ECRR 212. En esta campaña solo supera al testigo CAMBA en donde las condiciones del ensayo han sido más desfavorables EEA1, EEA2, CENT1. Se estudiará en esta línea en particular, la propiedad de aprovechar mejor las condiciones de ambiente con restricciones de nutrientes para ser recomendada para esas situaciones.

**Cuadro 21. Promedios de todos los participantes para las variables de rendimiento, corregido de los siete ECRP 2007-08 con evaluación de RI y % panza blanca.**

|           | SUR   | CENT 1 | CENT 2 | NORTE 1 | NORTE 2 | CN 1  | CN 2  | PROMEDIO |
|-----------|-------|--------|--------|---------|---------|-------|-------|----------|
| EIPaso144 | 10011 | 5344   | 8416   | 10317   | 10962   | 9535  | 10817 | 9343     |
| RP2       | 8164  | 6301   | 7312   | 9011    | 10643   | 9157  | 10384 | 8710     |
| IRGA417   | 10154 | 5148   | 8315   | 8150    | 11884   | 10017 | 11181 | 9264     |
| CAMBÁ     | 11668 | 5818   | 9214   | 9536    | 12318   | 10059 | 12061 | 10096    |
| PUITA CL  | 11215 | 4288   | 8632   | 9243    | 11789   | 9715  | 11162 | 9435     |
| ECRR 205  | 8819  | 6875   | 7118   | 10218   | 10547   | 9126  | 11497 | 9171     |
| ECRR 206  | 8429  | 5414   | 8138   | 10396   | 11995   | 10403 | 11390 | 9452     |
| ECR 4     | 8401  | 5664   | 8377   | 9747    | 11780   | 9853  | 10607 | 9204     |
| ECR 11    | 9188  | 6145   | 8266   | 8997    | 12407   | 9514  | 10944 | 9352     |
| ECR 32    | 9192  | 5521   | 8693   | 6989    | 12685   | 9883  | 11781 | 9249     |
| ECR 41    | 9538  | 4624   | 8757   | 9533    | 11713   | 9310  | 10099 | 9082     |
| ECR 43    | 0     | 5412   | 5268   | 7795    | 10700   | 9006  | 8132  | 6616     |
| INOV      | 10717 | 5878   | 8762   | 10311   | 12332   | 10050 | 11748 | 9971     |
| AVAXI CL  | 9067  | 4204   | 8800   | 8134    | 12993   | 8352  | 11798 | 9050     |

Respecto a los nuevos cultivares incorporados para su evaluación como material introducido, se puede ver los Cuadros 22 y 23 que no hay diferencia entre el cultivar Puntal y el testigo CAMBA INTA PROARROZ, en ninguno de los promedios de las variables rendimiento agrícola y rendimiento corregido por calidad. La única diferencia estriba en la menor variación para CAMBA indicada por su menor desvío estándar.

Cuadro 22. Promedios del Puntal vx. CAMBA INTA PROARROZ variable rendimiento agrícola kg/ha .

|        | EEA 2 | CENT 2 | NORTE 2 | CN 2  | PROMEDIO | DES ST |
|--------|-------|--------|---------|-------|----------|--------|
| CAMBÁ  | 8166  | 8183   | 11522   | 10856 | 9682     | 1762   |
| PUNTAL | 6337  | 7924   | 12258   | 10719 | 9310     | 2673   |

Cuadro 23. Promedios del Puntal vx. CAMBA INTA PROARROZ variable rendimiento corregido por calidad en kg/ha .

|        |  | CENT 2 | NORTE 2 | CN 2  | PROMEDIO | DES ST |
|--------|--|--------|---------|-------|----------|--------|
| CAMBÁ  |  | 9214   | 12318   | 12061 | 11198    | 1723   |
| PUNTAL |  | 8574   | 13314   | 11802 | 11230    | 2421   |

Finalmente se puede señalar que si analizamos los rendimientos promedios generales de cada ensayo surge que los ensayos de segunda época tuvieron mayores promedios en todos los casos ( ver Cuadro 20). Este resultado contradice las recomendaciones de realizar siembras no mas allá del 15 de noviembre ( Arguissain 1985). Sin embargo, el atraso en todas las fechas de siembra, las bajas temperaturas sufridas en los meses de octubre y noviembre y la prolongación de buenas temperaturas y bajas precipitaciones ( excelente radiación) en los meses de febrero, marzo y abril, describen condiciones climáticas inusuales y mas favorables para las fechas de segunda época que para las de primera época. Estas condiciones climáticas denominadas efecto "niña" explicarían la discrepancia entre las recomendaciones de años de ensayos respecto a lo sucedido en la campaña 2007-08.

### **Bibliografía**

- Arguissain, G.G. 1985. Efecto de las épocas de siembra sobre el rendimiento agrícola de arroz. En: Arroz, Resultados Experimentales. 1984-85. Inf. Téc. N 1. INTA EEA C. del Uruguay. II Manejo del cultivo de arroz. Pág. 19-22.
- Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Science Today, Vol. 16 N 11.



## ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO EN LINEAS PROMISORIAS DE ARROZ GENERADAS EN INTA PARA CORRIENTES (2007-08)

A. B. Livore<sup>2</sup> y A Marín<sup>1</sup>  
amarin@corrientes.inta.gov.ar  
alivore@concepcion.inta.gov.ar

### OBJETIVO

El objetivo del trabajo fue evaluar el potencial de rendimiento y las características agronómicas de líneas experimentales originados en el programa de mejoramiento del INTA desarrollado en la **EEA INTA Concepción del Uruguay**, para la región arrocerá norte del país.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo consistió en 2 ensayos comparativos de rendimiento (ECR), con líneas avanzadas que fueron evaluadas el año anterior y seleccionadas por potencial de rendimiento y calidad y de selecciones del programa de mejoramiento del INTA con sede en Concepción del Uruguay.

ECR 1: Tratamientos 17, 15 líneas y 2 variedades como testigo ( Taim y Supremo 13,)

ECR 2: Tratamientos 16, 14 líneas y 2 variedades como testigo (EPAGRI 108 y SCS112)

Parcelas: 1,2 x 5 = 6 m<sup>2</sup> (6 surcos separados a 20 cm).

Diseño: bloques completos al azar con tres repeticiones (ECR 1,2)

Siembra: con sembradora experimental para siembra directa, 120 kg/ha de semilla

Emergencia: 18-XI-07

Control de malezas: Glifosato (Roundup 4 l/ha), en preemergencia y Quinclorac + Bentazon, (Facet SC + Basagran 1,2 + 1,5 l/ha) en pos emergencia .

Fertilización de base: 150 kg/ha de N-P-K, 5-30-20

Cobertura: 50kg/ha de urea en preriego y 100 kg/ha a diferenciación de primordio floral.

Riego: 35-40 días de emergencia

OBSERVACIONES: El porcentaje de grano entero se hizo a dos repeticiones, con molinillo experimental marca OLMIA y el porcentaje de amilosa se determinó según el método simplificado de Juliano 1971.

## RESULTADOS

En los cuadros 1 al 2 se muestran los datos obtenidos en los ensayos comparativos de rendimientos (ECR). En cada uno se utilizaron como testigo las variedades Taim y Supremo 13 y EPAGRI 108 y SC 112 en los ECR de Ciclo Largo respectivamente

Las líneas ensayadas en el ECR 1 son materiales avanzados de Ciclo Intermedio y Largo. Ha sido necesario incluir ciclos diferentes debido a que se debe contar con testigos inscriptos en el registro nacional de cultivares. Este requerimiento conspira contra la práctica de desecado para evitar straighthead y algunas líneas de ciclo largo podrían haberse visto afectadas. Algunas líneas ya fueron evaluadas en años anteriores y seleccionadas por su buen rendimiento y calidad. En este año de evaluación se destacan tres líneas con rendimientos sin diferencia significativa con los testigos de alto rendimiento. Su calidad es algo inferior a los testigos en cuanto a % de grano entero y total pero superan ampliamente a los testigos en la variable % de granos panza blanca.

Las líneas a tener en cuenta son ECR 51/06-07, de buena calidad y ciclo intermedio; ECR 128/04-05 y ECR 87/04-05. Estas dos últimas ya han tenido evaluación favorable de uno y dos años anteriores respectivamente pero con ciclo largo.

CUADRO 1: ECR Material Avanzado Ciclo Intermedio campaña 2006-07

| Cultivar     | REND |     | CICLO | Entero | Total | Entero | Total | PB  |        | REND |
|--------------|------|-----|-------|--------|-------|--------|-------|-----|--------|------|
|              | PROM |     |       | %      | %     | ha     | ha    | %   | FACTOR | CORR |
| SUP13        | 8905 | a   | 92    | 66,5   | 69,8  | 5922   | 6215  | 7,4 | 105,9  | 9429 |
| TAIM         | 8617 | ab  | 92    | 67,0   | 70,1  | 5769   | 6036  | 4,6 | 109,4  | 9424 |
| ECR51/06-07  | 8514 | ab  | 90    | 63,9   | 68,1  | 5440   | 5794  | 1,9 | 107,1  | 9118 |
| ECR128/05-06 | 8474 | ab  | 96    | 65,6   | 68,0  | 5555   | 5762  | 3,7 | 106,8  | 9054 |
| ECR87/04-05  | 8298 | ab  | 101   | 60,5   | 67,7  | 5016   | 5618  | 1,9 | 103,3  | 8571 |
| ECR48/06-07  | 8223 | ab  | 90    | 64,5   | 68,4  | 5300   | 5621  | 5,6 | 104,2  | 8572 |
| CR2758/06-07 | 8029 | abc | 90    | 66,0   | 69,0  | 5295   | 5540  | 1,9 | 110,1  | 8840 |
| ECR145/05-06 | 7996 | abc | 94    | 67,4   | 68,7  | 5385   | 5493  | 4,6 | 108,4  | 8669 |
| ECR122/05-06 | 7943 | abc | 96    | 67,3   | 68,6  | 5345   | 5445  | 5,6 | 107,3  | 8522 |
| CR1269/04-05 | 7721 | abc | 104   | 62,2   | 67,6  | 4803   | 5216  | 5,6 | 101,2  | 7814 |
| ECR148/05-06 | 7658 | abc | 96    | 65,7   | 67,4  | 5032   | 5162  | 5,6 | 104,5  | 8006 |
| ECR66/06-07  | 7605 | bc  | 94    | 66,1   | 68,0  | 5027   | 5167  | 0,9 | 110,1  | 8369 |
| ECR65/06-07  | 7520 | bc  | 92    | 66,6   | 68,0  | 5008   | 5114  | 1,9 | 109,7  | 8253 |
| ECR96/05-06  | 7497 | bc  | 98    | 66,6   | 68,7  | 4989   | 5146  | 0,9 | 111,2  | 8336 |
| ECR97/05-06  | 7399 | bc  | 94    | 64,0   | 68,4  | 4732   | 5058  | 1,9 | 107,4  | 7951 |
| CR1872/06-07 | 7378 | bc  | 99    | 67,3   | 69,1  | 4962   | 5095  | 2,8 | 110,5  | 8155 |
| ECR147/05-06 | 6895 | c   | 96    | 65,8   | 67,3  | 4537   | 4641  | 0,9 | 109,1  | 7523 |

1: Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente. Test de Duncan  $p < 0,05$ . Media del Ensayo 7921; CV 8.6 %

Respecto a las líneas de ciclo largo como la mencionada ECR 87/04-05 y CR1269/04-05 es necesario señalar que es posible que el tratamiento para prevenir straighthead no las haya protegido debido a que se realizó en función de los testigos de menor ciclo. Por esa razón y en función de los resultados de años anteriores que se muestran en el Cuadro 2 se decide mantenerlas en ensayo y promover la inscripción de una de ellas.

CUADRO 2: ECR Material Avanzado Ciclo Largo vs testigos campañas 2004-05; 2006-07; 2007-08

|               | ECR Corr 04-05* | ECR Corr 05-06* | ECRR Corr 06-07* | ECR Corr 06-07* | ECR Corr 07-08* | PROMEDIO |
|---------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----------|
| CR 1269/04-05 | 10964           | 9255            | 12567            | 11285           | 7721            | 10358    |
| ECR 87/04-05  | 12680           | 9438            | 11851            | 10235           | 8298            | 10500    |
| SUP 13        | 9683            |                 | 10161            |                 | 8905            | 9583     |
| TAIM          | 9618            |                 | 9912             |                 | 8617            | 9382     |
| EPAGRI 108    |                 | 7148            | 9553             | 10065           |                 | 8922     |
| SCS 112       |                 | 6942            | 11084            | 9838            |                 | 9288     |

- \*. RESULTADOS EXPERIMENTALES INTA PROARROZ 2004-05 VOL XIV
- \*. RESULTADOS EXPERIMENTALES INTA PROARROZ 2005-06 VOL XV
- \*. PROYECTO ARROZ Campaña 2006-07 Vol XV Public. Reg. INTA Corrientes
- \*. RESULTADOS EXPERIMENTALES INTA PROARROZ 2006-07 VOL XVI

En el Cuadro 3 se presentan los valores de las variables % de amilosa y álcali test usados para expresar el comportamiento de los arroces después de la cocción. Se observa que todos los participantes excepto las líneas ECR 48 y 51 poseen amilosa alta y temperatura de gelatinización (álcali test) baja. Estos valores indican que los granos de arroz se mantienen sueltos y secos después de cocinados.

CUADRO 3: Calidad culinaria : % de Amilosa y Álcali test ; ECR 1 Corrientes 2007-08

| Cultivar | % Amilosa | Alkali Test |
|----------|-----------|-------------|
| ECR97    | 27.6      | 7,0         |
| ECR122   | 27.7      | 7,0         |
| ECR128   | 27.5      | 7,0         |
| ECR145   | 27.5      | 7,0         |
| ECR147   | 28.1      | 7,0         |
| ECR148   | 27.7      | 7,0         |
| ECR96    | 27.2      | 7,0         |
| CR1269   | 27.6      | 7,0         |
| ECR87    | 27.9      | 7,0         |
| CR1872   | 27.6      | 7,0         |
| CR2758   | 25.3      | 7.0         |
| ECR65    | 27.4      | 7.0         |
| ECR66    | 27.1      | 7.0         |
| ECR48    | 28.3      | 2.4         |

|       |      |     |
|-------|------|-----|
| ECR51 | 28.9 | 3.0 |
| TAIM  | 27.6 | 2.8 |
| SUP13 | 27.8 | 3.4 |

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de los materiales seleccionados el año anterior en la EEA C del Uruguay provenientes de ensayos y del programa de selección. La línea más destacada por rendimiento y calidad es la ECR 82/06-07 con un ciclo intermedio. Esta línea no solo tiene un rendimiento similar al testigo de mayor potencial sino que registra el mayor factor (107) que la ubica primera en rendimiento corregido.

CUADRO 4: ECR 2 Corrientes campaña 2007-08

| Cultivar            | REND |    | CICLO | Entero | Total | Entero | Total | PB   |        | REND |
|---------------------|------|----|-------|--------|-------|--------|-------|------|--------|------|
|                     | PROM |    |       | %      | %     | ha     | ha    | %    | FACTOR | CORR |
| EPAGRI 108          | 8864 | a  | 97    | 65,3   | 69,2  | 5784   | 6134  | 11,1 | 100,3  | 8894 |
| ECR47-06/07         | 8686 | a  | 92    | 62,2   | 67,7  | 5276   | 5743  | 7,4  | 99,5   | 8440 |
| ECR73-06/07         | 8483 | ab | 92    | 64,7   | 67,3  | 5489   | 5705  | 5,6  | 103,4  | 8771 |
| ECR82-06/07         | 8452 | ab | 92    | 65,9   | 68,7  | 5570   | 5807  | 3,7  | 107,9  | 9119 |
| CR232-06/07         | 8419 | ab | 98    | 64,9   | 67,8  | 5460   | 5708  | 9,3  | 100,4  | 8452 |
| <b>CR5208-06/07</b> | 8345 | ab | 104   | 63,2   | 67,1  | 5274   | 5599  | 6,5  | 100,8  | 8413 |
| SC112               | 8236 | ab | 101   | 61,0   | 68,5  | 5024   | 5638  | 3,7  | 102,7  | 8462 |
| CR120-06/07         | 8179 | ab | 99    | 66,8   | 68,1  | 5464   | 5566  | 11,1 | 100,7  | 8239 |
| CR125-06/07         | 8146 | ab | 99    | 66,1   | 68,2  | 5380   | 5551  | 4,6  | 106,6  | 8681 |
| CR190-06/07         | 8097 | ab | 94    | 66,3   | 68,6  | 5368   | 5550  | 6,5  | 105,4  | 8532 |
| CR121-06/07         | 8069 | ab | 99    | 66,1   | 67,6  | 5330   | 5455  | 5,6  | 105,1  | 8480 |
| ECR108-06/07        | 7983 | ab | 99    | 64,9   | 69,7  | 5181   | 5560  | 11,1 | 100,4  | 8018 |
| ECR46-06/07         | 7882 | ab | 92    | 64,6   | 68,0  | 5057   | 5323  | 14,8 | 94,8   | 7420 |
| CR188-06/07         | 7828 | ab | 94    | 63,0   | 67,1  | 4932   | 5249  | 8,3  | 98,7   | 7728 |
| CR418-06/07         | 7506 | b  | 90    | 64,2   | 66,2  | 4815   | 4965  | 8,3  | 99,0   | 7428 |
| ECR104-06/07        | 7417 | b  | 92    | 65,3   | 66,9  | 4840   | 4962  | 4,6  | 104,5  | 7752 |

1: Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente. Test de Duncan  $p < 0,05$ . Media del Ensayo 8162 ; CV 5.8%. Se utilizaron solo 2 reps para este análisis estadístico

Los rendimientos de grano registrados fueron muy similares entre todos los participantes y no se detectan diferencias estadísticamente significativas con los testigos. Sin embargo se pueden observar ventajas en cuanto a la calidad de algunas líneas. Se destacan ECR 82/06-07 ; CR 125/06-07 ; CR 121 06-07 y CR 190/06-07.

Por último es oportuno señalar que los materiales denominados CR 5208/06-07 ; CR 1872/06-07 y CR 2758/0607 poseen el gen de resistencia a imidazolinonas de INTA. Su evaluación en la próxima campaña permitirá conocer su potencial como futuras variedades. En el Cuadro 5 se presentan los valores de las variables de calidad culinaria donde se puede observar que tres líneas poseen valores bajos de % de amilosa indicando una

cocción pegajosa. Estas líneas serán utilizadas para cruzamientos con el objetivo de obtener arroces de tipo de grano doble carolina. El resto de los participantes registran valores compatibles con una cocción suelta y seca.

CUADRO 5: Calidad culinaria : % de Amilosa y Álcali test ; ECR 2 Corrientes 2007-08

| Cultivar     | % Amilosa | Alkali Test |
|--------------|-----------|-------------|
| CR120-06/07  | 27.1      | 7,0         |
| CR121-06/07  | 27.1      | 6,3         |
| CR125-06/07  | 27.2      | 7,0         |
| CR188-06/07  | 21.1      | 5,7         |
| CR190-06/07  | 19.3      | 3,2         |
| CR232-06/07  | 28.7      | 7,0         |
| CR418-06/07  | 18.9      | 3,3         |
| CR5208-06/07 | 28.1      | 7,0         |
| ECR73-06/07  | 27.0      | 7,0         |
| ECR104-06/07 | 27.1      | 6,9         |
| ECR82-06/07  | 27.0      | 7,0         |
| ECR46-06/07  | 27.9      | 6,9         |
| ECR47-06/07  | 28.5      | 7,0         |
| ECR108-06/07 | 29.2      | 4,5         |
| EPAGRI 108   | 27.6      | 6,6         |
| SC112        | 27.8      | 4,6         |

### Bibliografía

- Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Science Today*, Vol. 16 N 11.
- Kraemer A.F., y Livore A.B. 2005. Ensayos Comparativos de Rendimiento en líneas promisorias de arroz generadas en INTA para Corrientes. Pg 37-49. RESULTADOS EXPERIMENTALES INTA PROARROZ 2004-05 VOL XIV
- Kraemer A.F., Moulin J. y Livore A.B. 2006. Ensayos Comparativos de Rendimiento en líneas promisorias de arroz generadas en INTA para Corrientes. Pg. 37-43. RESULTADOS EXPERIMENTALES INTA PROARROZ 2005-06 VOL XV
- Marin A.R. et al. 2007. Ensayos Regionales de Cultivares. Pg. 10-18. PROYECTO ARROZ Campaña 2006-07 Vol XV Public. Reg. INTA Corrientes.
- Moulin J., Marin A.R., y Livore, A.B. 2007. Ensayos Comparativos de Rendimiento en líneas promisorias de arroz generadas en INTA para Corrientes. Pg.37-39. RESULTADOS EXPERIMENTALES INTA PROARROZ 2006-07 VOL XVI



## **EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DEL PROGRAMA ARROZ DE LA F.C.A. Y F. DE LA UNLP EN LA ZONA CENTRO SUR DE ENTRE RÍOS.**

**Campaña 2007/08.**

Ing. Agr. Alfonso Vidal<sup>1</sup>; Ing. Agr. Rodolfo Bezus<sup>2</sup>; Ing. Agr. María Pincirolí<sup>3</sup>.

### **INTRODUCCION**

El Programa Arroz de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de La Plata con el apoyo de la Fundación Proarroz, ha evaluado en la presente campaña genotipos que se corresponden con diferentes calidades y tipos comerciales en la localidad de Urdinarrain (Entre Ríos).

En la presente campaña se continuaron con las evaluaciones de lotes con los cultivares Don Ignacio FCA y F y Nutriar FCA y F y una línea en proceso de inscripción del tipo largo fino (H244-46) con muy buena adaptabilidad en esta zona. También se han multiplicado para su evaluación en mayor escala una línea muy precoz (R-1-1) que permite lograr altos rendimientos con una reducción en el período de riego y con la posibilidad de realizar cosechas tempranas. Además se sembraron para su evaluación en escala dos líneas del tipo largo ancho (H329 y H321).

Se continuaron realizando lotes con la variedad Nutriar de alto contenido proteico que confirma su buen comportamiento agronómico y altos rendimientos.

Por otro lado las experiencias realizadas se dirigieron a evaluar el comportamiento de los genotipos más avanzados en dos situaciones de fertilidad y se realizó un ensayo comparativo con genotipos de grano largo fino. Se incluyó en esta campaña un ensayo con líneas aromáticas buscando evaluar su calidad y rendimiento.

### **A) ENSAYO COMPARATIVO DE RENDIMIENTO**

#### **OBJETIVO**

Evaluar el comportamiento de líneas avanzadas de diferente calidad y tipo de planta en la zona centro sur de Entre Ríos.

#### **MATERIALES Y METODOS**

El ensayo estuvo constituido por 17 participantes contabilizando tres testigos comerciales: Camba, RP2 y Don Ignacio F.C.A.y F., más 14 líneas avanzadas del Programa que han sido evaluadas con anterioridad en ensayos internos.

<sup>1</sup>Coordinador. <sup>2</sup>Subcoordinador. <sup>3</sup> Investigadores. Programa Arroz FCAyF. UNLP

El lote donde se instaló el ensayo provenía de la secuencia arroz-soja- arroz –soja presentó las siguientes características de suelo: 4.6 % de materia orgánica, 2.7 % de carbono (Walkley-Black) 0,10 % de N total, 13 ppm de P y un pH de 6.1.

Se realizó una labranza con discos y se controlaron las malezas durante el barbecho con glifosato. Se sembró en forma manual, en parcelas de 5 m<sup>2</sup>, el día 18 de octubre de 2007. La emergencia se registró el 6 de noviembre.

El ensayo se fertilizó con 100 kg por hectárea de urea en estado de macollaje . El control de malezas requirió dos aplicaciones debido a la alta infestación de malezas y se utilizó una mezcla de Clincher y Nominee. El diseño utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones.

La cosecha se realizó en forma manual. Se trilló en trilladora fija y se determinó el rendimiento a 13% de humedad.

## RESULTADOS

Los datos de rendimiento, ciclo y calidad de los materiales pueden observarse en la Tabla 1.

Tabla 1: rendimiento y parámetros de calidad industrial de los genotipos evaluados en ensayos comparativos de rendimiento. Urдинarrain. Ciclo 2007-2008.

| Genotipo                    | Ciclo | Rendimiento (kg/ha) | Grano entero % | Grano total % | Panza blanca % | Alcali test | Amilosa % |
|-----------------------------|-------|---------------------|----------------|---------------|----------------|-------------|-----------|
| H406-8-2-2-1                | 96    | 8120 a              | 57.6           | 69            | 13.4           | 3.5         | 15.5      |
| Camba INTA                  | 96    | 8081 a              | 59.8           | 70            | 6.6            | 6           | 25.5      |
| H385-9-2-1-1-2              | 92    | 7974 ab             | 59.7           | 67.2          | 0.7            | 2.7         | 18        |
| Don Ignacio FCAyF           | 98    | 7633 abc            | 62.1           | 67            | 2.82           | 3.2         | 22.5      |
| H244-46                     | 100   | 7600 abc            | 61.8           | 69            | 1.11           | 2.3         | 24        |
| Illiabxdesc/97-1-2-2-2-1    | 100   | 7467 abcd           | 55.2           | 67            | 2.7            | 6.2         | 26.5      |
| H318-16-2-1-2-1-2-1-2-1-2-1 | 94    | 7110 bcde           | 58.8           | 68            | 0.4            | 3.2         | 16        |
| H333-6-3 x desc/97-1-1-1-1  | 99    | 7081 bcde           | 54.7           | 70.7          | 6.4            | 3.5         | 17        |
| H407-12-2-1                 | 95    | 7000 cde            | 64.9           | 70.6          | 1.7            | 2.8         | 22.5      |
| RP2                         | 102   | 6966 cde            | 58             | 68            | 8.45           | 6.8         | 26        |
| H385-14-3-1-1-1-1           | 92    | 6933 cdef           | 63.3           | 65.6          | 0.4            | 3           | 20        |
| H292xdesc/96-5-1-1-1-1-2    | 99    | 6695 cdefg          | 56.5           | 70.2          | 2.2            | 6.2         | 21.5      |
| H385-22-2-1-1-1             | 95    | 6640 defg           | 56             | 69.6          | 1.4            | 2.8         | 22        |
| H420-36                     | 98    | 6569 defg           | 61.8           | 67.8          | 0.7            | 2.5         | 21        |
| H416-17-1-1                 | 98    | 6436 efg            | 56.2           | 65.7          | 1.7            | 2.7         | 15        |
| H390-1-1-2-1-1              | 99    | 6014 fg             | 59             | 70.1          | 0.3            | 2.7         | 22        |
| H318-14-1-1-1-2-1-1-2       | 101   | 5960 g              | 60.5           | 69.3          | 0.4            | 3           | 22        |

Test de Duncan ( $p > 0,05$ ). Letras diferentes para rendimiento indican diferencias significativas.

Este ensayo fue afectado por una alta presencia de malezas y las aplicaciones de herbicidas mencionados no permitieron un control adecuado por lo que habría existido algún efecto competitivo.

A pesar de la fecha de siembra que fue algo tardía, los ciclos de los materiales resultaron más largos que en otras campañas, posiblemente debido al efecto de los herbicidas y a las condiciones del ciclo. Los ciclos a panojamiento variaron entre los 92 y 102 días.

Los valores de rendimiento en grano entero pudieron afectarse por problemas en el riego en la etapa final del cultivo al realizarse la cosecha sobre suelo seco. Los valores de porcentaje de panza blanca se relacionan con el porcentaje de quebrado y este problema de manejo y dejaría ver un mejor comportamiento de algunos genotipos que debería confirmarse.

Aún con los problemas descritos puede observarse la existencia de un grupo de genotipos con calidad americana que presentan buen comportamiento, y serán evaluados en mayor escala.

Se observa una importante variabilidad en los valores de calidad en lo referente al contenido de amilosa y temperatura de gelatinización respondiendo a los amplios criterios de selección del Programa Arroz (Tabla 1).

## **B) ENSAYOS DE FERTILIZACIÓN**

### **INTRODUCCION**

La evaluación de los genotipos en la zona y su respuesta al agregado de N sobre la calidad y el rendimiento es clave para definir la selección. Como se dispone de genotipos que presentan características muy diferenciales en el tipo de planta se buscó además evaluar el comportamiento agronómico en comparación con los testigos.

### **OBJETIVO**

Evaluar la respuesta al agregado de nitrógeno en genotipos avanzados de diferente calidad y tipo de grano sobre el rendimiento y la calidad de grano.

### **MATERIALES Y METODOS**

El lote donde se instaló el ensayo provenía de la secuencia arroz-soja- arroz-soja presentó las siguientes características de suelo: 4.6 % de materia orgánica, 2.7 % de carbono (Walkley-Black) 0,10 % de N total, 13 ppm de P y un pH de 6.1.

Se implantó un ensayo con 17 genotipos y dos niveles de fertilización con N en un diseño en fajas y tres repeticiones.

Los niveles de fertilización usados fueron: 0 (0N) y 74 kg de N. aplicados como Urea (46-0-0) en dosis equivalentes en macollaje y en diferenciación de la panoja.

La siembra se realizó el 18/10/2007 con una densidad de 400 semillas/m<sup>2</sup>, en parcelas de 7 m<sup>2</sup>. La emergencia se registró el 4 de octubre. El ensayo fue inundado desde el 27 de noviembre hasta la cosecha.

Para el control de malezas se realizó la aplicación de una mezcla constituida por Aura (1lt/ha), tordon (0.120 lt/ha) y metsulfuron (16 g/ha)

Se evaluó el rendimiento cosechando 2 metros de las 5 hileras centrales en forma manual. Se trilló con trilladora fija y los granos fueron secados en estufa a 41°C hasta una humedad de 13 %. Se determinó el rendimiento industrial (grano entero y total), y el porcentaje de grano panza blanca. Se determinó el porcentaje de Nitrógeno por MicroKjeldahl (AACC, 1983) para determinar el contenido proteico como N x 5.95 y el contenido de amilosa por el método de Williams (1958), modificado.

## RESULTADOS

El desarrollo del ensayo fue normal con algunos problemas en el riego sobre la última etapa del cultivo.

La fecha de siembra fue algo tardía, lo que pudo afectar los potenciales rendimientos si se compara con los resultados de otros ciclos en la zona..

Los ciclos a panojamiento de los genotipos resultaron más largos que en otras campañas y variaron entre 87 y 105 días (Tabla 2).

No se encontró interacción entre genotipo y fertilización para las variables analizadas excepto para el porcentaje de panza blanca y contenido de proteína.

La fertilización con nitrógeno incrementó significativamente el rendimiento en grano, en un 6.8 % que resulta bajo según los valores surgidos del análisis del suelo (Gráfico 1).

Dentro del grupo de mayores rendimientos se ubican genotipos de tipo largo fino, pero también del tipo largo ancho. De los primeros se destaca H244-46, Don Ignacio, Camba, H385-14-9-2-1, H385-16-1-1-1, H385-9-2-1-1. Los genotipos de tipo largo ancho que se destacaron fueron H321-11-1-2-3 y, H329-5-1-2-1-1 que mostraron rendimientos superiores a Yerua. Estas dos líneas ya están siendo evaluadas en mayor escala para definir posibilidades de ser una alternativa a ese cultivar.

Tabla 2: Rendimiento, ciclo y grano total de los genotipos evaluados en dos situaciones de fertilidad.. Urdinarrain 2006-2007.

| Genotipo       | Rendimiento | Ciclo | Grano entero % | Grano total % | Alkali test | Amilosa |
|----------------|-------------|-------|----------------|---------------|-------------|---------|
| H244-46        | 8316 a      | 102   | 61.6 ab        | 70.0 abcde    | 3.4 bcd     | 23.1 b  |
| Don Ignacio    | 8171 ab     | 102   | 61.3 ab        | 70.3 abcd     | 2.8 d       | 22.2 b  |
| H321-11-1-2-3  | 8131 ab     | 94    | 53.7 e         | 71.0 ab       | 3.5 bc      | 15.7 c  |
| Camba          | 8088 ab     | 98    | 59.6 abc       | 68.6 cdef     | 6.4 a       | 25.7 a  |
| H385-14-9-2-1  | 8053 ab     | 92    | 58.2 bcd       | 64.8 ij       | 3.0 cd      | 25.8 a  |
| H329-5-1-2-1-1 | 7878 abc    | 97    | 55.5 de        | 71.5 a        | 3.9 b       | 15.8 c  |
| Yerua          | 7796 abc    | 95    | 55.2 de        | 70.4 abc      | 3.9 b       | 14.8 c  |
| H385-16-1-1-1  | 7700 abc    | 98    | 59.6 abc       | 64.2 j        | 6.6 a       | 25.7 a  |

|                    |           |     |          |           |         |        |
|--------------------|-----------|-----|----------|-----------|---------|--------|
| H385-9-2-1-1       | 7651 abc  | 95  | 57.7 cd  | 66.7 fghi | 3.0 cd  | 19 c   |
| Nutriar            | 7355 abcd | 97  | 62.9 a   | 66.5 ghi  | 2.8 d   | 15.6 c |
| H366-52            | 7263 abcd | 105 | 55.3 de  | 69.0 bcde | 3.6 bc  | 18.4 c |
| R1-1               | 7111 bcd  | 87  | 59.5 abc | 68.4 defg | 3.6 bc  | 15.0 c |
| H318-14-2-1-1      | 7091 bcd  | 99  | 61.3 ab  | 68.0 efgh | 3.0 cd  | 22.7 b |
| H318-16-2-1-2      | 6810 cd   | 98  | 55.2 de  | 66.7 fghi | 3.1 bcd | 25.0 a |
| H407-12-2-1        | 6455 de   | 98  | 61.8 a   | 66.0 hij  | 3.2 cd  | 25.3 a |
| La Candelaria      | 5568 e    | 105 | 61.6 ab  | 71.3 a    | 3.2 cd  | 21.7 b |
| <b>Tratamiento</b> |           |     |          |           |         |        |
| 0N                 | 7220 b    |     | 58.3 b   | 68.2      | 3.7     | 20.8   |
| 74N                | 7710 a    |     | 59.2 a   | 68.5      | 3.7     | 20.6   |

Tukey (p: 0,05). Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas.

Nutriar FCAYF que es un cultivar con alto contenido proteico mostró rendimientos muy aceptables lo que lo ubican como una alternativa dentro de las calidades especiales debiendo aclararse que su comportamiento a la cocción es semejante a los cultivares de tipo americano.

La línea H366-52, es aromática y esta siendo evaluada para un nicho especial.

Como en otras campañas H 244-46, presentó altos rendimientos sin el agregado de fertilizante lo que indicaría un buen comportamiento en condiciones de menor disponibilidad de N.

En la tabla 2 se observan un grupo de genotipos con altos rendimientos y que responden a diferentes tipos de grano y calidades disponiendo de esa manera de materiales para diferentes requerimientos del mercado.

La fertilización determinó una mejora en el porcentaje de grano entero y no afectó el porcentaje de grano total. Dentro de los genotipos de mayores rendimientos se observaron importantes diferencias en el porcentaje de grano entero para las condiciones de este ensayo.

El porcentaje de proteína también presentó interacción genotipo x fertilización, indicando para algunos genotipos que pueden conseguirse incrementos o disminuciones asociados a los cambios en los niveles de rendimiento.

**Gráfico 1: rendimiento de los genotipos evaluados con y sin agregado de fertilizantes**

El porcentaje de granos panza blanca mostró en general una caída con el agregado de fertilizante aunque algunos genotipos y en especial los de tipo largo ancho se comportaron de forma inversa.

En general se observaron altos porcentajes de grano panza blanca que podrían asociarse a la falta de riego adecuado en los últimos días del cultivo.

**Tabla 3. Porcentaje de granos panza blanca y proteína , para cada tratamiento de los genotipos evaluados. Urdinarrain. 2007-2008.**

| Fertilización | Genotipo       | Panza blanca % | Proteína % |
|---------------|----------------|----------------|------------|
| ON            | H244-46        | 2.42 bcd       | 8.62       |
|               | Don Ignacio    | 5.74 a         | 6.83 e     |
|               | H321-11-1-2-3  | 2.13 cd        | 8.45 bc    |
|               | Camba          | 3.87 ab        | 7.11 d     |
|               | H385-14-9-2-1  | 3.45 bc        | 8.26 c     |
|               | H329-5-1-2-1-1 | 5.20 a         | 8.29 c     |
|               | Yerua          | 1.12 d         | 8.32 c     |
|               | H385-16-1-1-1  | 2.65 bc        | 7.52 d     |
|               | H385-9-2-1-1   | 2.20 cd        | 7.78 cd    |
|               | Nutriar        | 0.80 d         | 11.3 a     |
|               | H366-52        | 1.87 d         | 8.81 b     |
|               | R1-1           | 0.40 e         | 9.08 b     |
|               | H318-14-2-1-1  | 1.72 d         | 9.08 b     |
|               | H318-16-2-1-2  | 4.60 a         | 7.41 d     |
|               | H407-12-2-1    | 2.96 b         | 7.34 de    |
|               | La Candelaria  | 1.11 d         | 8.15 c     |
| 74N           | H244-46        | 2.42 d         | 8.20 c     |
|               | Don Ignacio    | 1.83 d         | 8.34 c     |
|               | H321-11-1-2-3  | 2.70 cd        | 8.8 bc     |
|               | Camba          | 2.11 d         | 6.93 e     |
|               | H385-14-9-2-1  | 4.86 b         | 9.3 b      |
|               | H329-5-1-2-1-1 | 4.10 b         | 8.65 c     |
|               | Yerua          | 1.76 d         | 7.56 d     |
|               | H385-16-1-1-1  | 1.17           | 8.06 cd    |
|               | H385-9-2-1-1   | 3.73 bc        | 7.26 de    |
|               | Nutriar        | 1.15           | 10.7 a     |
|               | H366-52        | 1.46 d         | 9.13 b     |
|               | R1-1           | 1.31 d         | 7.66 d     |
|               | H318-14-2-1-1  | 1.09 d         | 9.3 b      |
|               | H318-16-2-1-2  | 6.88 a         | 6.33 f     |
|               | H407-12-2-1    | 2.62 cd        | 8.46 c     |
|               | La Candelaria  | 1.26 d         | 9.33 b     |

Tukey (p: 0,05) Letras diferentes entre genotipos y asterisco para cada variedad entre dosis indican diferencias significativas.

## B) ENSAYO DE GENOTIPOS AROMÁTICOS.

### INTRODUCCION

La producción de arroz de tipo aromático junto a otras calidades especiales ha tomado auge en los últimos años. En general la selección de estos arroces debe contemplar el rendimiento y la calidad industrial y debe sumarse la característica especial lo que complica la selección.

El Programa Arroz ha realizado trabajos de selección de genotipos aromáticos y se encuentra en la etapa de evaluación agronómica.

## OBJETIVO

Evaluar líneas aromáticas bajo dos niveles de fertilidad en su adaptabilidad, características agronómicas, rendimiento y calidad en la zona sur de Entre Ríos y en La Plata.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo estuvo constituido por 5 participantes avanzadas del Programa que han sido evaluadas con anterioridad en ensayos internos y dos niveles de agregado de N: 25 Kg y 75 Kg, aplicados en macollaje.

En Urdinarrain el lote donde se instaló el ensayo provenía de la secuencia arroz-soja- arroz –soja presentó las siguientes características de suelo: 4.6 % de materia orgánica, 2.7 % de carbono (Walkley-Black) 0,10 % de N total, 13 ppm de P y un pH de 6.1.

Se realizó una labranza con discos y se controlaron las malezas durante el barbecho con glifosato. Se sembró en forma manual, en parcelas de 5 m<sup>2</sup>, el día 18 de octubre de 2007. La emergencia se registró el 9 de noviembre.

El control de malezas fue realizado en estado de macollaje, aplicando Clincher y Nominee.

En La Plata, el suelo presentó las siguientes características: 3 % de materia orgánica, 1.7 % de carbono (Walkley-Black) 0,14 % de N total, 12 ppm de P y un pH de 6.8.

Se realizó una labranza con discos. Se sembró en forma manual, en parcelas de 5 m<sup>2</sup>, el día 29 de octubre de 2007. La emergencia se registró el 20 de noviembre.

El control de malezas fue realizado en estado de macollaje, aplicando Nominee.

El diseño utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones.

La cosecha se realizó en forma manual. Se trilló en trilladora fija y se determinó el rendimiento a 13% de humedad.

## RESULTADOS

Para Urdinarrain, pueden observarse líneas que obtienen rendimientos muy aceptables (Tabla 4) para este tipo de calidad. Por otro lado se observa una aceptable respuesta a la fertilización. Debe aclararse que este ensayo permaneció sin inundar en las etapas finales de su desarrollo.

Tabla 4: Rendimiento, ciclo, rendimiento industrial, alkali test, contenido de amilosa y porcentaje de granos panza blanca de los genotipos aromáticos evaluados en dos situaciones de fertilidad. Urdinarrain 2006-2007.

| Genotipo       | Rendimiento | Ciclo | Grano entero % | Grano total % | Alkali test | Amilosa % | Panza blanca % |
|----------------|-------------|-------|----------------|---------------|-------------|-----------|----------------|
| La Candelaria  | 5820 c      | 106   | 58.3           | 69.5          | 3.8         | 23.5      | 0.95           |
| H366-52-1-1-1  | 6840 b      | 93    | 58.4           | 66.9          | 4.1         | 18        | 1.2            |
| H318-2-1-2-1   | 7318 a      | 102   | 61             | 68.5          | 5.9         | 22.5      | 5.0            |
| H322-1-1-1-2   | 7337 a      | 102   | 55.1           | 67.1          | 5.1         | 18.5      | 2.2            |
| H282xdesc/97-1 | 7500 a      | 103   | 53.8           | 67.8          | 5.7         | 24.5      | 2.4            |

| Tratamiento |      |   |  |  |  |  |  |
|-------------|------|---|--|--|--|--|--|
| 0N          | 6718 | b |  |  |  |  |  |
| 75N         | 7208 | a |  |  |  |  |  |

Valores de rendimiento industrial, alkali test, amilosa y panza blanca expresados como promedio de los tratamientos de fretilización.

Tukey (p: 0,05). Letras diferentes en columnas para rendimiento indican diferencias significativas. Para el resto de las variables no se realizó análisis estadístico.

En lo que se refiere al tipo de planta algunas de esta líneas aportan buenas características en altura y capacidad de macollaje permitiendo manejos similares a los que se realizan con los cultivares tradicionales.

En la Plata se obtuvieron mayores rendimientos y mejor calidad industrial (Tabla 5). Se observa que se dispone de líneas con calidad americana que podrían adaptarse al mercado, aunque deben realizarse más experiencias que permitan confirmar estos resultados y realizar evaluaciones mas detalladas en diferentes aspectos de la calidad. Para ello se está multiplicando la semilla y se realizaran lotes en mayor escala en la próxima campaña.

Tabla 5: Rendimiento, ciclo, rendimiento industrial, alkali test, contenido de amilosa y porcentaje de granos panza blanca de los genotipos aromáticos evaluados en dos situaciones de fertilidad.. La Plata 2006-2007.

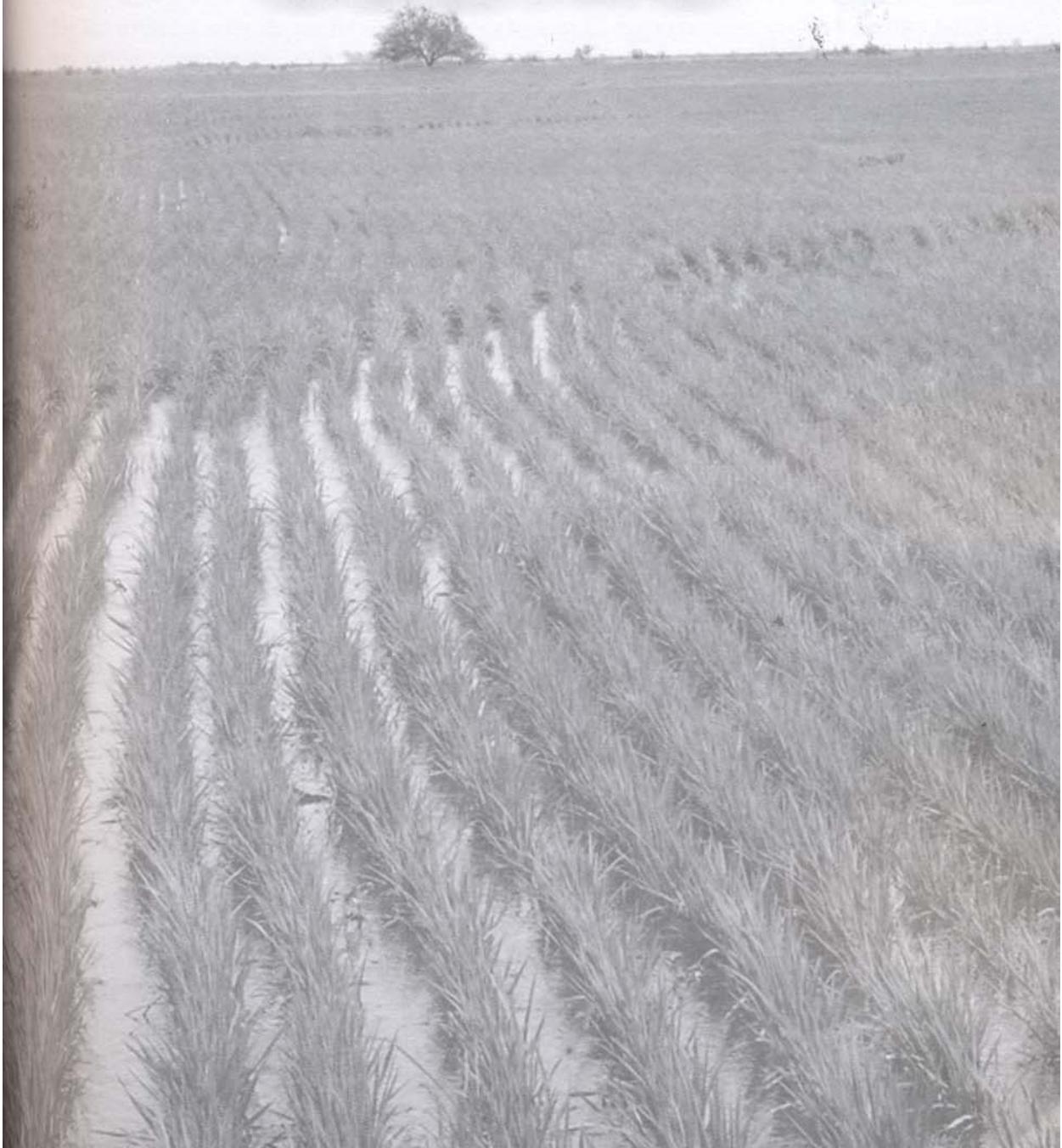
| Genotipo       | Rendimiento | Ciclo | Grano entero % | Grano total % | Alkali test | Amilosa % | Panza blanca % |
|----------------|-------------|-------|----------------|---------------|-------------|-----------|----------------|
| La Candelaria  | 6008        | 98    | 63.6           | 69.9          | 4           | 24.5      | 3              |
| H366-52-1-1-1  | 6498        | 88    | 60.9           | 68.3          | 3.73        | 18        | 2.6            |
| H318-2-1-2-1   | 8273        | 97    | 62.8           | 68.9          | 6.5         | 21.5      | 5.2            |
| H322-1-1-1-2   | 8045        | 98    | 60.7           | 68.0          | 6.1         | 18        | 4.3            |
| H282xdesc/97-1 | 7768        | 99    | 52.5           | 67.5          | 6.5         | 23.5      | 11             |
| Tratamiento    |             |       |                |               |             |           |                |
| 0N             | 6947        | b     |                |               |             |           |                |
| 75N            | 7690        | a     |                |               |             |           |                |

Valores de rendimiento industrial, alkali test, amilosa y panza blanca expresados como promedio de los tratamientos de fretilización.

Tukey (p: 0,05). Letras diferentes en columnas para rendimiento y rendimiento en grano entero y total indican diferencias significativas. Para el resto de las variables no se realizó análisis estadístico.

Los autores agradecen el apoyo brindado por la fundación PROARROZ, para hacer posible estas experiencias.

# MANEJO DEL CULTIVO





## ROTACIONES EN SUELOS ARROCEROS. Resultados luego de dos ciclos de rotación

De Battista J.; Rodríguez, H.; Benintende, M.; Benintende, S.; Arias, N.;  
Wilson M.; Cerana, J. y Muller, H.

### Introducción

La expansión de la agricultura a partir de la década de los 90 impulsada por los precios de los granos produjo cambios importantes en los sistemas productivos de Entre Ríos, en especial en las zonas arroceras del este y norte de la provincia. En una primera etapa, hasta 1998, se incrementó la proporción de arroz en la rotación y a partir del 2000 el cultivo de soja se difundió a las zonas tradicionalmente ganaderas-arroceras (De Battista et al., 2001). En los últimos años se profundizó el proceso con la expansión del cultivo de soja tanto por los productores locales como de empresas de otras regiones que alquilan campos en la zona lo que provocó una importante disminución, y en muchos casos, desaparición de las pasturas de la rotación. Esta situación constituye un desafío para la sustentabilidad ecológica, económica y social de los sistemas productivos basados en cultivos regionales como el arroz.

En este escenario se hizo necesario producir referencias locales sobre en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo 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 dar respuesta a esta demanda la Fundación Proarroz implementó el Campo Experimental de Rotaciones en San Salvador y se elaboró un proyecto multidisciplinario a largo plazo.

En esta comunicación se presentan la evolución de los parámetros químicos y biológicos del suelo luego de dos ciclos de rotaciones iniciadas en la campaña 1999-2000.

### 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 la campaña 1999/00 en todo el lote a partir del cual se dividió en cuatro lotes implementándose las siguientes rotaciones.

| Campaña | 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        |
| 2004-05 | Soja   | Soja   | Arroz  | Pradera      |
| 2005-06 | Arroz  | Maíz   | Arroz  | Pradera      |
| 2006-07 | Soja   | Soja   | Arroz  | Pradera      |
| 2007-08 | Arroz  | Arroz  | Arroz  | Arroz        |

En el invierno siguiente a cada campaña de cultivo se tomaron muestras del horizonte superficial (0-15 cm) y se analizaron algunos parámetros químicos: contenido de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible y cationes intercambiables.

Al final de cada ciclo de rotación, cada cuatro años, se realizan evaluaciones físicas: estabilidad de agregados, porosidad y resistencia a la penetración, y biológicas: carbono y nitrógeno de la biomasa microbiana.

Generalmente los lotes en rotación agrícola se laborean anualmente. En el lote de monocultivo de arroz el laboreo es más intenso que en los otros ya que luego del cultivo de arroz se requieren varias labores para eliminar las taipas y huellas, emparejar el microrrelieve y preparar una correcta cama de siembra. Normalmente se utiliza un disco pesado y dos pasadas de rastra de discos liviana y rastrón y el taipero para la construcción de taipas. Cuando fue necesario laborear luego de soja o maíz por haber dejado huellas durante la cosecha se realizó una sola pasada de rastra de discos liviana y rastrón. Solamente dos años se logró sembrar el arroz sobre el rastrojo de soja laboreando solo la zona de construcción de taipas. En el lote 2 el maíz 2005 se realizó en siembra directa sobre soja. La fertilización de los cultivos se realizó de acuerdo con las pautas regionales. Se aplicaron entre 9 y 15 kg de P/ha a todos los cultivos, y entre 40 y 60 kg de N/ha en arroz y maíz; la pastura solo recibió fertilización fosfatada en la implantación y no se fertilizó con nitrógeno. En el invierno 2007 se laboreó toda la superficie del ensayo y se construyeron las taipas para el cultivo de arroz. Se sembró el 20 de octubre la variedad Yamaní (tipo corto) con una fertilización de base de 70 kg/ha de un fertilizante compuesto (14,5-20,5-15-7), el 11 noviembre, en macollaje se fertilizó con 140 kg de sulfato de amonio y el 10 de enero, en diferenciación, se aplicaron con avión 50 kg de urea/ha totalizando un aporte de nitrógeno de 62 kg/ha.

## Resultados

### Materia orgánica (MO)

Al iniciarse el uso agrícola del lote se produjo una brusca disminución en el contenido de MO. Las rotaciones arroz-pastura y arroz-soja mostraron similar comportamiento hasta el 2004 con valores estables cercanos a 4.2 %. A partir de 2005 en la rotación arroz-pastura (Ar-PP3) aumentó el contenido de MO llegando en el 2006 al valor inicial, 4.7 %.

En 2007 todos los tratamientos muestran una disminución asociada al efecto del laboreo para la preparación de del suelo para arroz. (Figura 1). Luego de dos ciclos, las rotaciones agrícolas muestran un contenido significativamente ( $P < 0,01$ ) menor de MO que la rotación arroz-pastura. En promedio las rotaciones agrícolas presentan un contenido de MO 20 % inferior que de arroz-pastura (3,61% vs 4,53%) lo que significa 8,8 t de carbono menos en el horizonte superficial. (Tabla 1).

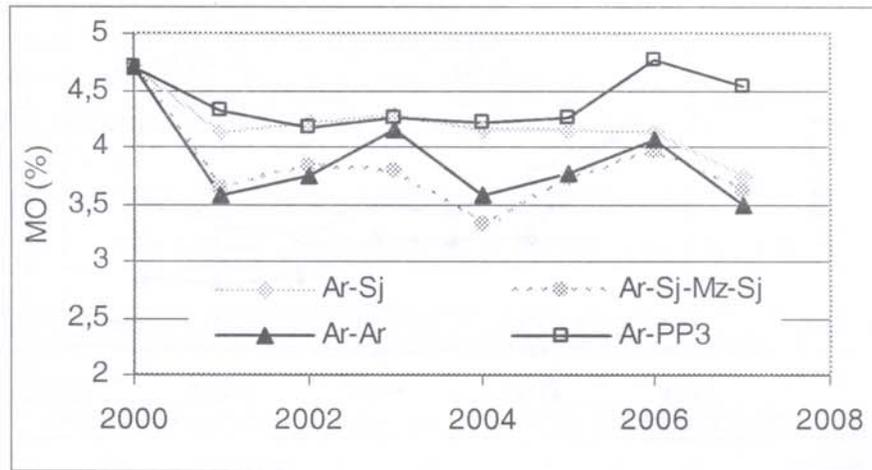


Figura 1. Evolución de la Materia Orgánica en las diferentes rotaciones.

Los aportes de rastrojo en las rotaciones agrícolas fueron en promedio 6.08, 4.39 y 4.08t/ha/año para Ar-Ar, Ar-Sj y Ar-Sj-Mz-Sj. respectivamente. El bajo aporte de la rotación con maíz se debe a que en los dos años en que se realizó este cultivo el crecimiento estuvo muy limitado por déficit hídrico, principalmente en la campaña 2005-06 en que no se llegó a cosechar, exportando la mayor parte de la biomasa producida como rollos para reserva de forraje. Se estimó un aporte de solo 2.8 t/ha de rastrojo de ese cultivo.

Tabla 1. Contenido de materia orgánica (%) en diferentes rotaciones. 2007.

| Ar-PP3 | Ar-Sj | Ar-Sj-Mz-Sj | Ar-Ar  |
|--------|-------|-------------|--------|
| 4,53a  | 3,75b | 3,62 b      | 3.49 b |

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) según test DMS.

El contenido de MO en el lote con monocultivo de arroz resultó el más bajo luego de 8 años a pesar de ser la rotación agrícola con mayor aporte de rastrojo debido al efecto de la intensidad de laboreo que exige este sistema de producción lo que favorece la mineralización de los residuos de cosecha.

#### Nitrógeno total (Nt)

Al principio del ensayo se observa un comportamiento similar al del contenido de MO, pero a partir de 2004, en el monocultivo de arroz, el Nt continúa disminuyendo mientras que en las otras rotaciones agrícolas tiende a estabilizarse y en Ar-PP3 tiende a aumentar por efecto acumulativo de la nueva pastura (Figura 2).

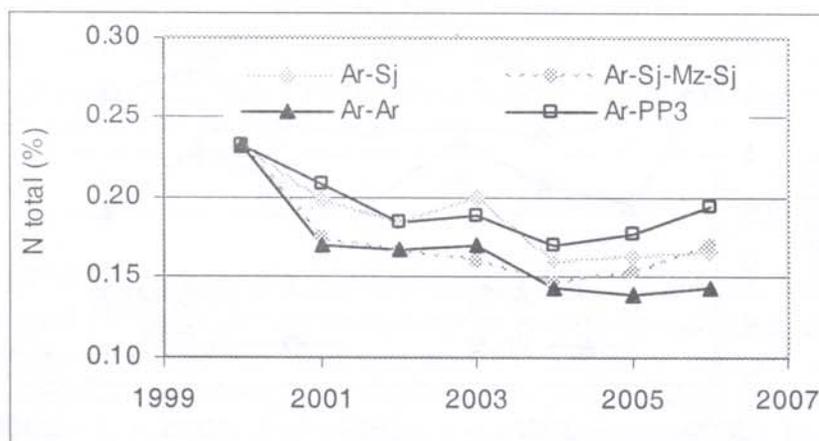


Figura 2. Evolución del Nitrógeno total en las diferentes rotaciones.

Al cabo de ocho años se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en el contenido de N total entre las rotaciones agrícolas y arroz-pastura. En la rotación Ar-Ar la disminución es del 23 % respecto a Ar-PP3 y de solo 13 y 14 % para las rotaciones Ar-Sj y Ar-Sj-Mz-Sj, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Nitrógeno total (%) en diferentes rotaciones. 2007.

| Ar-PP3  | Ar-Sj   | Ar-Sj-Mz-Sj | Ar-Ar   |
|---------|---------|-------------|---------|
| 0.223 a | 0.195 b | 0.191 b     | 0.171 b |

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) según test DMS.

### Fósforo disponible (P)

Los dos primeros años en que se observó una leve caída en el P disponible pero luego cambia la tendencia en las rotaciones agrícolas con los años de cultivo mientras que en la rotación con pastura se mantiene relativamente estable y en niveles bajos (Figura 3).

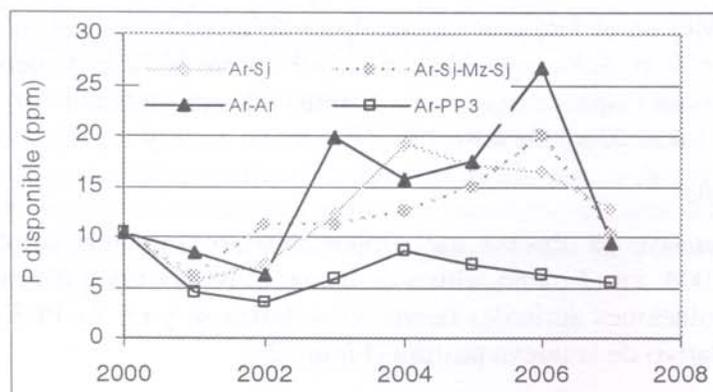


Figura 3. Evolución del fósforo disponible en las diferentes rotaciones.

Esta evolución está asociada a la historia de fertilización. Las rotaciones agrícolas recibieron entre 9 y 15 kg de P/ha según el cultivo mientras que en la rotación Ar-PP3 se fertilizó el cultivo de arroz y la pastura solo a la implantación.

En el 2007 el contenido de P disponible fue significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) entre las rotaciones (Tabla 3).

Tabla 3. Fósforo disponible (ppm) en diferentes rotaciones. 2007

| Ar-PP3 | Ar-Sj  | Ar-Sj-Mz-Sj | Ar-Ar |
|--------|--------|-------------|-------|
| 5,5 c  | 12,8 a | 10,1 ab     | 9,4 b |

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) según test DMS.

### Potasio intercambiable (K)

Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el contenido de K intercambiable, entre las diferentes rotaciones. Con variaciones interanuales, la tendencia en todas las rotaciones es de una consistente disminución (Figura 4). En ocho años de ensayo el valor medio de K intercambiable pasó de 37.5 a 26.1 mg/100g lo que representa una pérdida cercana a los 190 kg de K/ha. Si bien la disponibilidad de K promedio es aún elevada aún suficiente para los cultivos, es probable que en un futuro sea necesario fertilizar con este elemento si se mantiene esta tendencia de extracción.

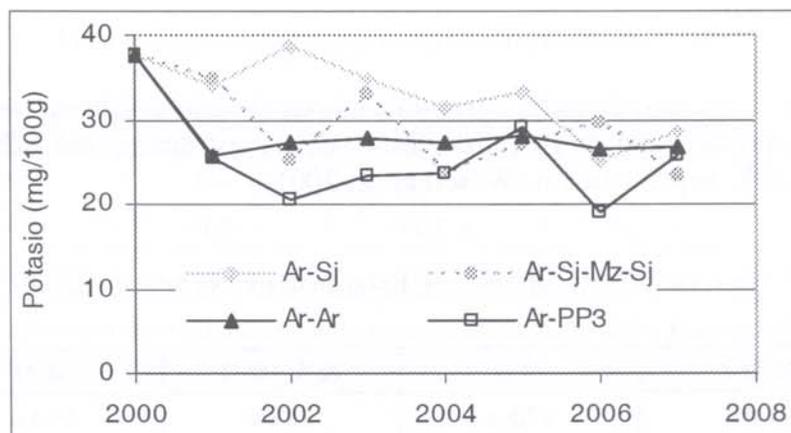


Figura 4. Evolución del K intercambiable en las diferentes rotaciones.

### Sodio intercambiable

La evolución del sodio intercambiable muestra que en la rotación Ar-Ar se mantiene por encima del valor inicial mostrando variaciones interanuales asociadas a la cantidad de agua

de riego aplicada y a las precipitaciones fuera del período de riego que producen lavado del sodio (Fig. 5).

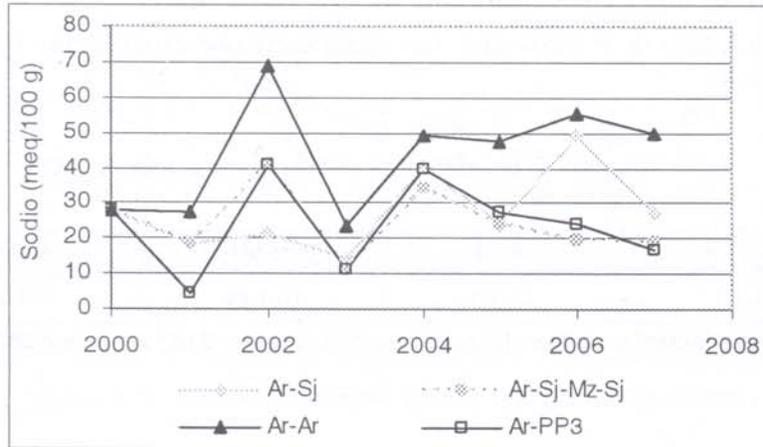


Figura 5. Evolución del sodio intercambiable en las diferentes rotaciones.

Luego de la campaña 2004 en que todas rotaciones incluyeron arroz, la tendencia fue de disminución en las rotaciones Ar-PP3 y Ar-Sj-Mz-Sj y de aumento en la rotación Ar-Ar. En la rotación Ar-Sj el sodio aumenta los años con arroz y disminuye en los años con soja. El contenido de sodio intercambiable en el monocultivo de arroz pasa de 28 mg/100 g, al inicio del ensayo, a valores cercanos a 50 mg/100 g en los últimos cuatro años.

En el 2007 se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) entre las diferentes rotaciones asociadas a la frecuencia de arroz en la rotación (Tabla 4).

El aumento en el contenido de sodio intercambiable en el suelo se debe al riego con el agua bicarbonatada sódica. Esto provoca deterioro de la estructura del suelo, afectando principalmente el K de percolación (Wilson et al., 2001).

Tabla 4. Sodio intercambiable (mg/100 g) en diferentes rotaciones. 2007

| Ar-PP3 | Ar-Sj  | Ar-Sj-Mz-Sj | Ar-Ar  |
|--------|--------|-------------|--------|
| 17,0 c | 27,5 b | 18,8 c      | 50.1 a |

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) según test DMS

### Reacción del suelo

El pH del suelo muestra una tendencia similar al contenido de sodio dado que la variación en las otras bases Ca y Mg no es importante entre las rotaciones ensayadas. En 2007 se encontraron diferencias significativas entre las rotaciones ( $p < 0,01$ ).

Tabla 5. Reacción del suelo (pH) en diferentes rotaciones. 2007

| Ar-PP3 | Ar-Sj  | Ar-Sj-Mz-Sj | Ar-Ar  |
|--------|--------|-------------|--------|
| 5,85 b | 6,55 a | 6,03 b      | 6,73 a |

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) según test DMS.

#### N potencialmente mineralizable, Carbono y Nitrógeno de la biomasa microbiana

El carbono y el nitrógeno de la biomasa microbiana son estimadores del tamaño y composición de un compartimento pequeño de la materia orgánica total pero que marca el efecto del uso y manejo del suelo por lo que son utilizados como indicadores de calidad de suelo en múltiples trabajos (Doran y Parkin 1996, Astier-Calderon et al 2002). El N potencialmente mineralizable en incubaciones anaeróbicas da cuenta de un pool de N de fácil descomposición y se utiliza para predecir la provisión de N por el suelo para diagnóstico de fertilización y como indicador de calidad de suelo junto con los dos anteriores.

El CBM muestra por un lado las rotaciones con pastura y con maíz con valores un 30% superiores a los de arroz-soja y arroz continuo. El NBM en cambio está más relacionado a la composición de los residuos orgánicos y se marcan claras diferencias entre las rotaciones Ar-PP y Ar-Sj por con 31 % más de N que la rotación que incluye maíz y el monocultivo de arroz. El N mineralizable en incubaciones anaeróbicas diferencia a la rotación con pastura de las rotaciones agrícolas.

Tabla 6. Indicadores biológicos en diferentes rotaciones. 2007

| Indicador             | Ar-PP3 | Ar-Sj  | Ar-Sj-Mz-Sj | Ar-Ar  |
|-----------------------|--------|--------|-------------|--------|
| CBM (ppm)             | 258 a  | 180 a  | 258 a       | 190 b  |
| NBM (ppm)             | 68,9 a | 61,4 a | 48,3 b      | 44,9 b |
| N mineralizable (ppm) | 36,2 a | 23,3 b | 24,8 b      | 22,7 b |

Letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) según test DMS.

### Crecimiento, absorción de N y rendimiento del cultivo de arroz.

La acumulación de biomasa fue similar en las rotaciones Ar-PP y Ar-Sj-Mz-Sj, algo inferior fue a en Ar-Sj a partir a fin del ciclo y muy inferior en Ar-Ar con diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) en todos los muestreos, donde además de problemas de implantación asociados al deterioro de estructura superficial se observaron problemas en el control de malezas debido al elevado banco de semillas que provocó reinfestaciones luego del control con herbicida. Con el objeto de obviar estos inconvenientes los sitios de muestreo se eligieron en zonas sin enmalezamiento grave (Figura 6)

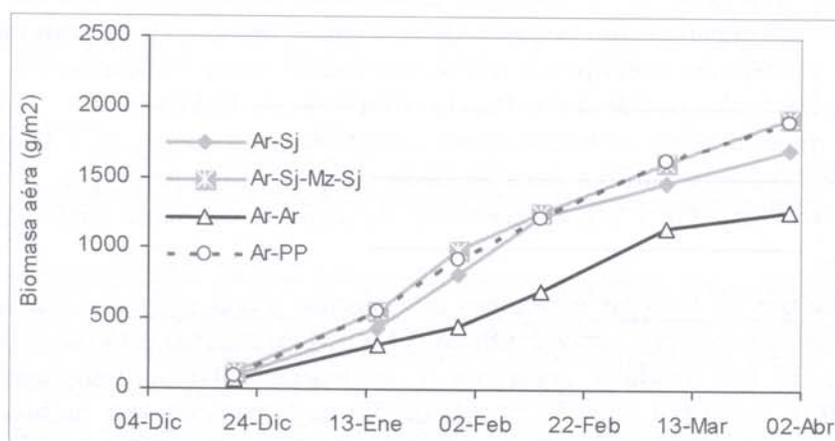


Figura 6. Biomasa acumulada por el arroz cv. Yamaní en las diferentes rotaciones.

El crecimiento fue muy bueno llegando a acumular 17 t/ha en las rotaciones Ar-PP y Ar-Sj-Mz-Sj mientras que Ar-Sj alcanzó las 14 t/ha y Ar-Ar 11,8 t/ha.

La absorción de nitrógeno marca mayores diferencias entre las rotaciones que la acumulación de biomasa, encontrándose diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) en todos los muestreos (Figura 7).

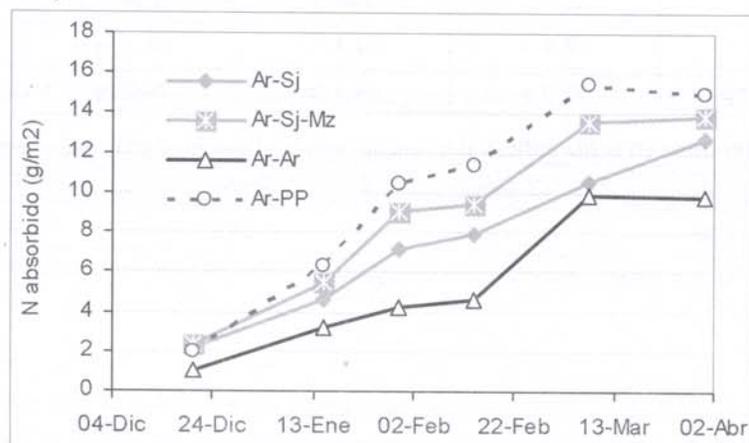


Figura 7. Nitrógeno absorbido por el arroz cv. Yamaní en las diferentes rotaciones.

A la cosecha hubo diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) en el N absorbido en las diferentes rotaciones. El máximo se logró en la rotación Ar-PP el arroz con 150 kg de N/ha mientras que el mínimo el monocultivo de arroz con 98 kg/ha.

El rendimiento, sin embargo, no siguió la misma tendencia que la absorción de nitrógeno debido al elevado % de granos vanos en la secuencia Ar-PP (43%) mientras que las otras rotaciones se el vaneo fue "normal" entre 7 y 15 %.

El rendimiento medio fue de 7337 kg/ha con un CV de 8,6%, con diferencias significativas entre las rotaciones Ar-Sj-Mz-Sj, Ar-Sj y Ar-Ar que no se diferenció de Ar-PP (Figura 8).

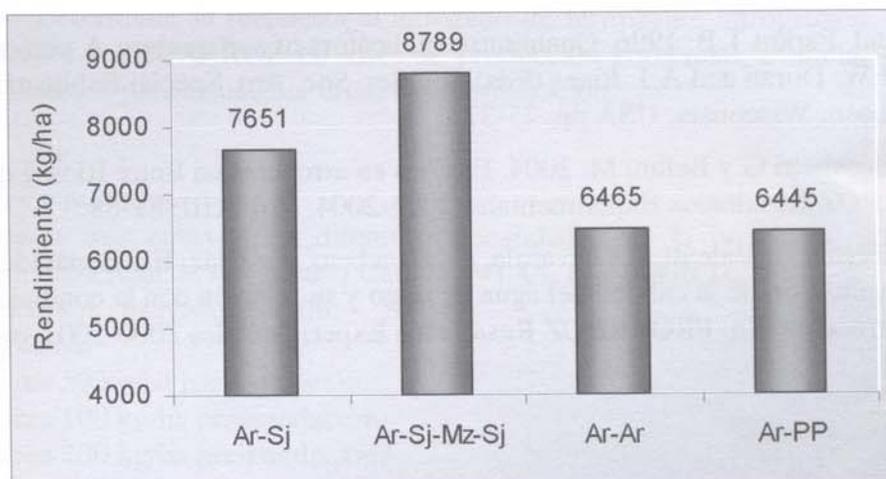


Figura 8. Rendimiento de arroz cv. Yamani en las diferentes rotaciones.

El índice de cosecha varió entre 0,52 y 0,55 en las rotaciones agrícolas y de solo 0,37 en la rotación arroz-pastura debido al alto número de granos vanos asociado al mayor contenido de nitrógeno en planta y excesivo crecimiento.

### Comentario final

En las rotaciones agrícolas el contenido de materia orgánica luego de una brusca caída parece tender a un equilibrio mientras que bajo pradera se mantiene.

El nitrógeno total muestra una tendencia a la disminución en las rotaciones agrícolas, siendo más marcada en el monocultivo de arroz asociado a la alta relación C:N del rastrojo aportado.

Los contenidos de fósforo disponible aumentan en forma considerable en los lotes bajo agricultura que reciben fertilizaciones anuales, mientras que permanece muy bajo en la pastura que solo se fertiliza a la siembra.

El contenido de sodio intercambiable aumentó con la intensidad del cultivo de arroz, duplicando el valor inicial luego de 8 campañas de monocultivo de arroz.

La disponibilidad y absorción de N fue máxima en la rotación arroz-pastura pero no así el rendimiento debido al aumento en número de granos vanos.

**Bibliografía**

- Astier-Calderón, M., M. Maass-Moreno y J. Etchevers-Barra. 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia* 36(5):605-620.
- 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.
- Doran, J.W. and Parkin T.B. 1996. Quantitative indicators of soil quality: A minimal data set. In: J.W. Doran and A.J. Jones (Eds) Soil Sci. Soc. Am. Special Publication N° 49. Madison, Wisconsin, USA pp. 25-37
- Quintero C.; Boschetti G y Befani M. 2004. Fósforo en arroceras en Entre Ríos. En: PROARROZ Resultados Experimentales 2003-2004. Vol. XIII: 81-88.
- Wilson, M.; Cerana, J.; Valenti, R.; Rivarola, S.; Banchero, 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.

## ENSAYOS DE FERTILIZACIÓN DEL CULTIVAR CAMBÁ INTA-PROARROZ

### PARTE I: ENSAYOS REGIONALES CAMPAÑA 2007-2008

Arguissain G<sup>(1)</sup>; Pirchi H.J<sup>(1)</sup>; Dri A<sup>(2)</sup>; Ojeda J<sup>(3)</sup>, Buenar L. <sup>(3)</sup>  
(1)EEA INTA C. del Uruguay

(2)Estudiante en formación F.Cs. Agrarias UCU.(3)Asesores

**Objetivo:** Determinar la respuesta al agregado de fertilizante nitrogenado en el cultivar Cambá INTA – PROARROZ en lotes de producción comercial, e iniciar el empleo de sensores remotos para establecer dosis de refertilización.

#### Materiales y métodos:

Se realizaron tres ensayos en diferentes localidades de la provincia, sobre lotes de producción comercial de la variedad Cambá INTA – PROARROZ.

Los tratamientos ensayados fueron:

- Testigo
- Urea 50 kg/ha preinundación.
- Urea 100 kg/ha preinundación.
- Urea 200 kg/ha preinundación.
- Urea 300 kg/ha preinundación.
- Urea 50 kg/ha preinundación + refertilización en diferenciación de espiguillas

Este último tratamiento se pudo aplicar en solo 2 de los 3 ensayos realizados. La dosis fue establecida mediante la medición con un equipo Sensor Green Seeker utilizando un algoritmo existente a los efectos de evaluar el ajuste del mismo.

Se trataron parcelas de 25 m<sup>2</sup>, en un diseño en bloques completos al azar con 4 repeticiones.

Se evaluó el rendimiento en grano sobre un área promedio por parcela de 3 m<sup>2</sup>.

Las identificaciones y características de los sitios ensayados en la campaña 2007-2008 fueron los siguientes (Cuadro 1):

**Cuadro 1 Identificación y características de los sitios experimentales**

| Ensayo              | Santa María Feliciano | Santa María Feliciano Lote 3 | V. Elisa |
|---------------------|-----------------------|------------------------------|----------|
| M.O %               | 3.90                  | 3.66                         | 2.75     |
| N total %           | 0.157                 | 0.188                        | 0.141    |
| P ppm               | 7.0                   | 3.2                          | 5.6      |
| pH                  | 5.0                   | 4.7                          | 6.4      |
| Fecha de siembra    | 25-09-07              | 04-11-07                     | 27-10-07 |
| Fecha de aplicación | 30-11-07              | 28-12-07                     | 30-11-07 |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| preinundación                                 |  |  |  |
| Fecha y dosis de aplicación en diferenciación | 10-01-08<br>(aplicación demorada 15 días)<br>41 kg urea/ha | 10-01-08<br>86 kg urea/ha  |  |
| Observaciones                                 | Estrés inicial por falta de agua                           | Demora en la emergencia. Ingreso de agua demorado.<br>Presencia de malezas |  |

### Resultados y Discusión

Se hallaron diferencias significativas en el rendimiento por el agregado de fertilizante nitrogenado en los 3 ensayos realizados ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 2 Valores de rendimiento (14% humedad) en los ensayos realizados en 2007-2008

| Ensayo           | Santa María Feliciano | Santa María Feliciano Lote 3 | V. Elisa    |
|------------------|-----------------------|------------------------------|-------------|
| Dosis Kg Urea/ha | Rendimiento           | Rendimiento                  | Rendimiento |
| 0                | 9016 C                | 8368 C                       | 8651 C      |
| 50               | 9856 BC               | 9090 C                       | 9146 C      |
| 91 (50+41)       | 10755 AB              | -----                        | -----       |
| 100              | 10573 AB              | 9537 AB                      | 9471 BC     |
| 136 (50+86)      | -----                 | 9840 AB                      | -----       |
| 200              | 11290 A               | 9891 A                       | 10527 A     |
| 300              | 11324 A               | 9509 AB                      | 10206 AB    |

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

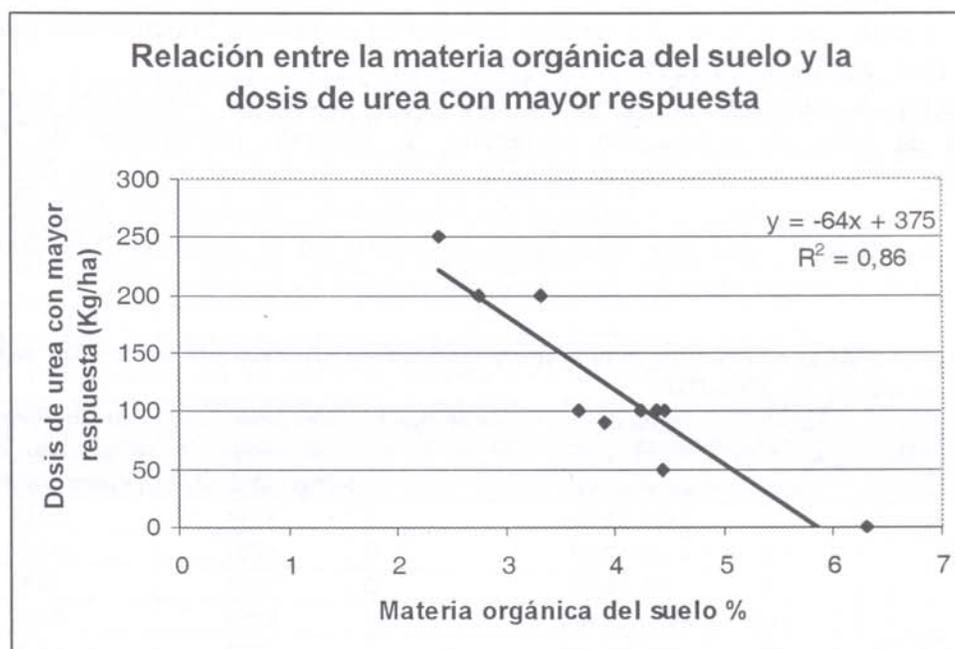
En Santa María el agregado de fertilizante en diferenciación no produjo un aumento significativo ( $P < 0.05$ ) de los rendimientos respecto del tratamiento con el agregado de 50 kg urea/ha, sin embargo tampoco se diferencia de los tratamientos de mayor productividad. En Santa María lote 3, el agregado de urea en diferenciación si produjo diferencias en el rendimiento respecto del tratado con 50 kg en preinundación. En los dos ensayos de Feliciano los rendimientos máximos se alcanzaron a partir de los 100 kg de urea/ha aproximadamente, mientras que para Villa Elisa para alcanzar el máximo se requirió de una mayor dosis, probablemente ligado a una menor condición de fertilidad de ese suelo. Los valores de eficiencia (kg arroz/kg urea aplicada) (Cuadro 3) se ubicaron dentro de los valores normales para la zona. Los lotes con mejores condiciones de fertilidad inicial (Santa María y Santa María Lote 3) manifestaron valores de eficiencia algo mayores que en el de menor fertilidad (Villa Elisa).

Cuadro 3 Eficiencia en Kg de arroz por Kg de urea aplicada

| Ensayo           | Santa María Feliciano    | Santa María Feliciano Lote 3 | V. Elisa                 |
|------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Dosis Kg Urea/ha | Kg de arroz / Kg de urea | Kg de arroz / Kg de urea     | Kg de arroz / Kg de urea |
| 50               | 17                       | 14                           | 10                       |
| 91 (50+41*)      | 19                       | -----                        | -----                    |
| 100              | 16                       | 12                           | 8                        |
| 136 (50+86*)     | -----                    | 11                           | -----                    |
| 200              | 11                       | 8                            | 9                        |
| 300              | 8                        | 4                            | 5                        |
| Promedio         | 14                       | 10                           | 8                        |

\*Dosis determinada mediante la utilización de sensor Green Seeker.

Sobre la base de 10 ensayos realizados en el cultivar Cambá, incluido los de esta campaña, se halló una alta frecuencia a la fertilización nitrogenada (90% de los casos). Las dosis mediante las cuales se obtuvieron las mayores respuestas para cada ensayo se asociaron con la disponibilidad de materia orgánica (Figura 1) indicando la factibilidad de incorporar esta variable a métodos de diagnóstico para elaborar recomendaciones de fertilización.



La utilización de sensores espectrales (Green Seeker) en la determinación de dosis para refertilización resulta promisorio en cuanto los incrementos de rendimiento y a la obtención de altos valores de eficiencia, sumado a la facilidad y rapidez para la obtención de información.

### Parte II: Regresión multivariada para la proyección de respuesta al agregado de fertilizante nitrogenado.

En la campaña 2006-2007 se desarrolló en función de información precedente una ecuación de regresión que incorpora el contenido de la materia orgánica del suelo en cuestión, la fecha de siembra del lote, y la dosis de urea para predecir el rendimiento a alcanzar. Una variable adicional fue incorporada definida como adversidades en el cultivo, cuya finalidad es solo la de poder explicar reducciones en el rendimiento ocasionadas por factores como deficiente control de malezas, pico de loro, estrés hídrico, etc (Pirchi et al 2007) que tienen sentido ex – post y no en forma directa sobre la magnitud de respuesta al agregado de fertilizante. La mencionada ecuación responde a:

$$\text{Rendimiento} = 4378 + (\% \text{MO} \times 2164) - (\% \text{MO}^2 \times 233) + (\text{DU} \times 14) - (\text{DU}^2 \times 0.027) - (\text{FS} \times 472) - (\text{AD} \times 1724)$$

En donde %MO es el porcentaje de materia orgánica del lote, DU es la dosis de urea en kg/ha, FS es el momento de siembra y AD es la ocurrencia de una adversidad. A las fechas de siembra se le asignó una valoración de 0 a 5, correspondientes a siembras de primera quincena de octubre (0), segunda quincena de octubre (1), primera quincena de noviembre (2), y así sucesivamente. Es importante mencionar que cuando por alguna razón la fecha de siembra y emergencia se distancian por más de 7 días deberá reemplazarse la fecha de siembra por la de emergencia. La variable adversidad contempla la ocurrencia (valor 1) o no (valor 0) de alguna adversidad.

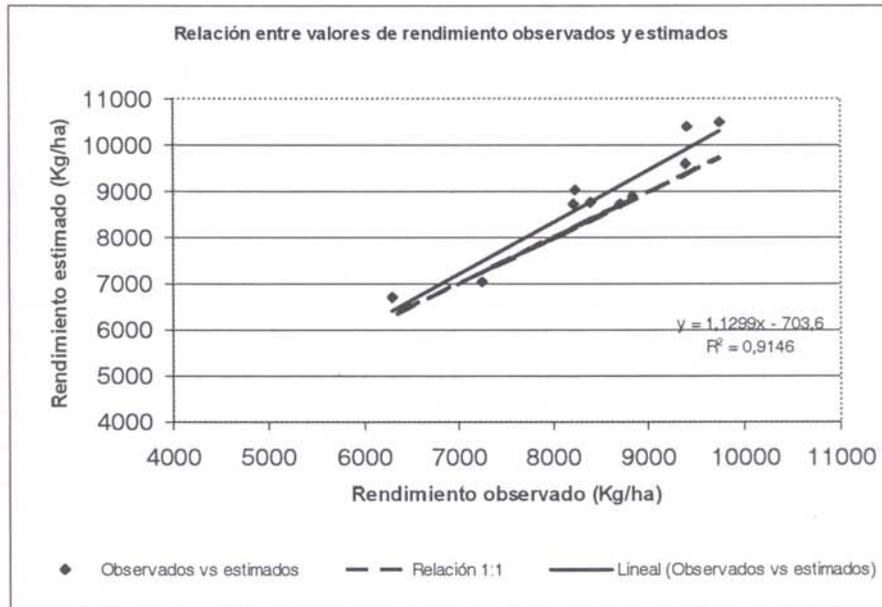
A los efectos de comprobar el ajuste de esta ecuación con los valores de rendimiento obtenidos en lotes de producción comercial, se recopiló información de 10 lotes comerciales con sus características de fecha de siembra, porcentaje de materia orgánica del suelo, dosis de urea aplicada, ocurrencia de adversidad y rendimiento (Cuadro 1). Se estimó el rendimiento mediante la ecuación propuesta en la campaña 2006-2007, y se evaluó el nivel de asociación entre los valores observados y los estimados.

**Cuadro 1** Características de los lotes comerciales y rendimiento estimado por la ecuación de regresión establecida en la campaña 2006-2007.

| Lote comercial* | % MO | Urea aplicada (kg/ha) | Fecha de siembra (o emergencia) | Adversidad | Rendimiento estimado (Kg/ha) | Rendimiento observado (lote comercial Kg/ha) |
|-----------------|------|-----------------------|---------------------------------|------------|------------------------------|--|
| 1               | 5,3  | 70                    | 3 (25-11-07)                    | 0          | 8734                         | 8210   |
| 2               | 3,62 | 150                   | 4 (04-12-07)                    | 0          | 8763                         | 8389   |
| 3               | 3,55 | 70                    | 2 (08-11-07)                    | 0          | 9028                         | 8230   |
| 4               | 4,16 | 140                   | 4 (06-12-07)                    | 0          | 8891                         | 8825   |
| 5               | 3,73 | 50                    | 3 (18-11-07)                    | 1          | 6701                         | 6300   |
| 6               | 3,9  | 100                   | 0 (03-10-07)                    | 0          | 10404                        | 9400   |
| 7               | 4,27 | 100                   | 0 (01-10-07)                    | 0          | 10500                        | 9750   |
| 8               | 4,63 | 100                   | 2 (04-11-07)                    | 0          | 9589                         | 9380   |
| 9               | 3,16 | 65                    | 2 (07-11-07)                    | 1          | 7018                         | 7250   |
| 10              | 3,16 | 65                    | 2 (07-11-07)                    | 0          | 8742                         | 8700   |
| Promedio        |      |                       |                                 |            | 8837                         | 8443   |

\* (Ings. Agrs. Hugo Muller y Julio Ojeda, comunicación personal)

El nivel de asociación fue alto con un coeficiente de determinación  $R^2=0,91$  (Figura 1).



En los lotes 6 y 7 que dispersan valores algo mayores, el informante aclaró que en el lote 6 se presentaron problemas de riego en un 10% del lote que disminuyeron el promedio, y en el lote 7 estimó que por un error de pesada el rendimiento real debió estar en los 10.050 kg/ha, lo que acercaría aún más los valores estimados a los observados. En valores promedios hay una sobreestimación del valor de la regresión del orden de 400 kg/ha debido probablemente a que el ajuste de la ecuación de regresión se realizó mediante valores de ensayos experimentales. Esta buena relación entre lo estimado y observado permite inferir que la ecuación planteada resulta una herramienta válida para orientar la práctica de fertilización en el cultivar Cambá INTA-Proarroz. La misma puede ser empleada contando con el análisis de suelo del lote correspondiente, así como la intervención del asesor técnico para establecer criterios complementarios en cuanto a la dosis final y el momento de aplicación.



## FERTILIZACIÓN DE LÍNEAS PROMISORIAS Y CULTIVARES DE ARROZ CAMPAÑA 2007-2008

Arguissain G<sup>(1)</sup>; Pirchi H.J<sup>(1)</sup>; Dri A<sup>(2)</sup>.

(1)EEA INTA C. del Uruguay (2) Estudiante 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 suelo presentó un contenido de materia orgánica de 2.1%, un contenido de nitrógeno total de 0.12% y fósforo disponible de 10.9 ppm.

La siembra se efectuó el 26/10/07 y la emergencia total del ensayo se produjo el 15/11/07.

Las líneas y variedades empleadas fueron:

- RP2
- ECR 88
- ECR43

Los tratamientos de fertilización fueron:

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

La aplicación se realizó en preinundación el 19/12/07.

El tamaño de parcela fue de 1,6 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 rendimiento y sus componentes. El área de muestreo para componentes fue de 0,5 m lineal y el rendimiento se evaluó sobre un área de 1,7 m<sup>2</sup>.

Se realizó el análisis de la varianza de las variables evaluadas.

Se evaluó el nitrógeno total absorbido en el cultivar RP2 y ECR88 para las dosis de 0 y 45 kg de N/ha que presentaron eficiencias diferenciales en años anteriores.

Se realizó un análisis combinado para 3 años en donde participaron el cultivar RP2 y la línea ECR88.

### Resultados y discusión

Se hallaron diferencias significativas en el rendimiento por efecto del tratamiento de fertilización y por efecto de la variedad ( $P < 0.05$ ). Los valores de rendimiento obtenidos se muestran en el Cuadro 1

Cuadro 1 Rendimiento en grano (kg/ha) para las diferentes líneas y cultivares

| Variedad              | Testigo | 45 kg N/ha | 90 kg N/ha | 135 kg N/ha | Promedio Variedad |
|-----------------------|---------|------------|------------|-------------|-------------------|
| RP2                   | 7377    | 9619       | 10693      | 11425       | 9778 b            |
| ECR 88                | 8471    | 10291      | 11798      | 11656       | 10554 a           |
| ECR 43                | 8477    | 9873       | 11437      | 11992       | 10445 a           |
| Promedio Fertilizante | 8108 c  | 9927 b     | 11309 a    | 11691 a     |                   |

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

Se produjeron incrementos significativos del rendimiento respecto al testigo por el agregado de 45 kg de N/ha. El rendimiento de este último tratamiento se diferenció del rendimiento por el agregado de 90 y 135 kg/ha, no presentándose diferencias en el rendimiento entre estas dos últimas dosis. ECR43 y ECR88 presentaron los mayores rendimientos diferenciándose de RP2. Para el caso de ECR88 y RP2, los resultados son coincidentes con los hallados en las experiencias realizadas en la campaña 2005-2006, y 2006-2007.

Los valores de eficiencia del fertilizante en kg de arroz por kg N de fertilizante agregado se presentan en el Cuadro 2:

Cuadro 2 Eficiencia del fertilizante aplicado

| Variedad | Eficiencia en kg de arroz/kg de N fertilizante agregado |            |             |
|----------|---|------------|-------------|
|          | 45 kg N/ha  | 90 kg N/ha | 135 kg N/ha |
| RP2      | 49  | 36         | 29          |
| ECR88    | 40  | 36         | 23          |
| PUITA    | 31  | 32         | 26          |

La eficiencia resultó elevada en la dosis de 45 kg de N/ha para RP2 y la línea ECR88. La mayor eficiencia de RP2 en esta dosis se asocia al menor rendimiento del testigo. En la Figura 1 que se muestra más adelante, nos referiremos a una mejor comparación para establecer la aptitud de eficiencia de cada cultivar en ambientes con bajo y medio contenido de nitrógeno, considerando el incremento de rendimiento producido respecto al valor medio de los genotipos en cada ambiente

El número de panojas resultó diferente por efecto de fertilización ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 3).

Cuadro 3 Numero de panojas por metro cuadrado

| Variedad              | Testigo | 45 kg N/ha | 90 kg N/ha | 135 kg N/ha | Promedio Variedad |
|-----------------------|---------|------------|------------|-------------|-------------------|
| RP2                   | 396     | 424        | 422        | 428         | 417               |
| ECR88                 | 358     | 438        | 431        | 411         | 409               |
| ECR43                 | 378     | 395        | 439        | 538         | 437               |
| Promedio Fertilizante | 377 b   | 418 ab     | 430 ab     | 458 a       |                   |

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

La fertilización incrementó el número de panojas por metro cuadrado, presentando las mayores diferencias entre el testigo y la dosis de 135 kg N/ha. Si bien existe una contribución del aumento del número de panojas en el incremento del rendimiento, esta variable no explica la totalidad de la diferencia hallada entre las dosis de 0 y 45 kg N/ha.

El número de espiguillas totales por metro cuadrado resultó diferente por efecto de tratamiento de fertilización y variedad ( $P < 0.05$ ) Cuadro 4

Cuadro 4 Espiguillas por metro cuadrado

| Variedad              | Testigo | 45 kg N/ha | 90 kg N/ha | 135 kg N/ha | Promedio Variedad |
|-----------------------|---------|------------|------------|-------------|-------------------|
| RP2                   | 25204   | 31706      | 36120      | 38521       | 32888 c           |
| ECR88                 | 33586   | 42111      | 48783      | 49741       | 43555 b           |
| ECR43                 | 37607   | 43658      | 50987      | 58033       | 47571 a           |
| Promedio Fertilizante | 32132 d | 39158 c    | 45296 b    | 48765 a     |                   |

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

Las espiguillas por metro cuadrado explicaron mejor los valores de rendimiento obtenidos. Los mayores valores en ECR88 y ECR43 explican también parte de las diferencias obtenidas entre estas líneas y el cultivar RP2.

Cuadro 5 Espiguillas por panoja

| Variedad              | Testigo | 45 kg N/ha | 90 kg N/ha | 135 kg N/ha | Promedio Variedad |
|-----------------------|---------|------------|------------|-------------|-------------------|
| RP2                   | 65      | 75         | 87         | 91          | 79 b              |
| ECR88                 | 95      | 101        | 114        | 124         | 108 a             |
| ECR43                 | 101     | 111        | 118        | 110         | 110 a             |
| Promedio Fertilizante | 87 c    | 96 bc      | 106 ab     | 108 a       |                   |

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

Los mayores valores de espiguillas por metro cuadrado en las líneas ECR88 y ECR53 se componen a través de el mayor tamaño de panoja que presentan estas líneas respecto a RP2 (Cuadro 5). El fertilizante produjo también un incremento del tamaño de la panoja.

En las campañas 2005-06 y 2006-07, la línea ECR88 presentó también un mayor número de espiguillas por panoja que el cultivar RP2. En los tres años evaluados no se observaron diferencias en el número de panojas entre estos genotipos pero si consistentemente un mayor tamaño de la misma en ECR88, presentando esta en consecuencia un número de destinos potenciales de fotoasimilados mayor.

Se halló una interacción significativa en el porcentaje de vaneo variedad x tratamiento de fertilización. En RP2 y ECR88 se produjo una tendencia a incrementar el vaneo con la dosis de fertilizante, pero este incremento no resultó significativo, sin embargo en la línea ECR43 el agregado de 135 kg N/ha incrementó significativamente el porcentaje de vaneo. Para todas las dosis empleadas, RP2 presentó el menor porcentaje de vaneo, diferenciándose de ECR88 que presentó un vaneo significativamente superior, y la línea ECR43 fue la que más vaneo produjo. (Cuadro6).

Cuadro 6 Vaneo (%)

| Variedad | Testigo | 45 kg N/ha | 90 kg N/ha | 135 kg N/ha |
|----------|---------|------------|------------|-------------|
| RP2      | 6,2     | 6,6        | 8,0        | 8,5         |
| ECR88    | 8,5     | 9,4        | 10,5       | 12,0        |
| ECR43    | 15,6    | 15,3       | 15,9       | 24,7        |

Se halló una interacción variedad x tratamiento en peso de mil granos. (Cuadro 7)

Cuadro 7 Peso de mil granos (g)

| Variedad | Testigo | 45 kg N/ha | 90 kg N/ha | 135 kg N/ha |
|----------|---------|------------|------------|-------------|
| RP2      | 31,07b  | 32,35 a    | 31,95 a    | 32,15a      |
| ECR88    | 27,45a  | 26,80ab    | 26,82ab    | 26,17b      |
| ECR43    | 26,10a  | 26,175a    | 25,97 a    | 25,72a      |

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

Con el agregado de fertilizante RP2 incrementó el peso de mil granos, mientras que en la línea ECR88 el peso disminuyó. En la línea ECR43 el peso de mil granos no resultó diferente por el agregado de nitrógeno y solo manifestó una tendencia a disminuir.

El nitrógeno total absorbido, la eficiencia en Kg de arroz /Kg N absorbido, y la eficiencia de absorción del N del fertilizante para RP2 y ECR88 en dosis de fertilización de 0 y 45 Kg N/ha, se muestra en el Cuadro8

Cuadro 8 Nitrógeno absorbido para los tratamientos de 0 y 45 kg de N/ha en los genotipos RP2 y ECR88. Eficiencia en Kg de arroz por Kg de N absorbido, y eficiencia de absorción del nitrógeno del fertilizante.

| Variedad | Dosis de N de fertilizante (Kg/ha) | N absorbido (Kg/ha) | Eficiencia (Kg arroz/Kg N absorbido) | Eficiencia de absorción del N del fertilizante % |
|----------|------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|--|
| RP2      | 0                                  | 127.5               | 58                                   | ---  |
| RP2      | 45                                 | 150.8               | 63                                   | 51   |
| ECR88    | 0                                  | 124.8               | 67                                   | ---  |
| ECR88    | 45                                 | 149.5               | 68                                   | 55   |

El cultivar ECR88 no muestra diferencias en los niveles de N absorbido, por lo menos en la parte aérea, respecto a los niveles de N absorbido de RP2, descartando la capacidad de esta línea de absorber más N. La eficiencia de absorción del fertilizante se encuentra para ambos genotipos en los niveles descritos en la bibliografía. Como es de esperar la diferencia en rendimientos, confiere a la línea ECR88 una mayor cantidad de arroz producido por Kg de N absorbido. Esta característica está asociada con la capacidad de la línea ECR88 de producir un mayor número de espiguillas que resultan destinos para la generación de un mayor rendimiento pero no a expensas de una mayor necesidad de N absorbido para generarlas.

La respuesta de la línea ECR88 fue evaluada durante 3 años, comparativamente con RP2. Sobre la base de un análisis combinado de ellos se obtuvieron los siguientes resultados (Cuadro 9):

Cuadro 9 Análisis combinado de 3 años de los genotipos RP2 y ECR 88

| Variedad | Dosis de N (Kg/ha) | Rendimiento (Kg/ha) |
|----------|--------------------|---------------------|
| RP2      | 135                | 10698 A             |
| ECR88    | 90                 | 10549 A             |
| ECR88    | 135                | 10424 A             |
| RP2      | 90                 | 10405 A             |
| ECR88    | 45                 | 9796 B              |
| RP2      | 45                 | 8982 C              |
| ECR88    | 0                  | 8060 D              |
| RP2      | 0                  | 7091 E              |

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

El análisis muestra claramente la ventaja de producción de la línea ECR88 en condiciones sin nitrógeno y en la dosis mas baja aplicada de 45 kg de N/ha. A dosis mayores estos genotipos no difieren en el rendimiento

En la Figura 1 se muestran los incrementos que presentan RP2 y ECR88 respecto de los promedios para el tratamiento testigo y para el tratado con 45 kg N/ha. De la gráfica surge que ECR88 presenta incrementos tanto en condiciones de baja fertilidad como con la dosis mas baja de nitrógeno ensayada, mostrando una mejor adaptación de esta línea a condiciones de suelo menos fértil si la comparamos con RP2.

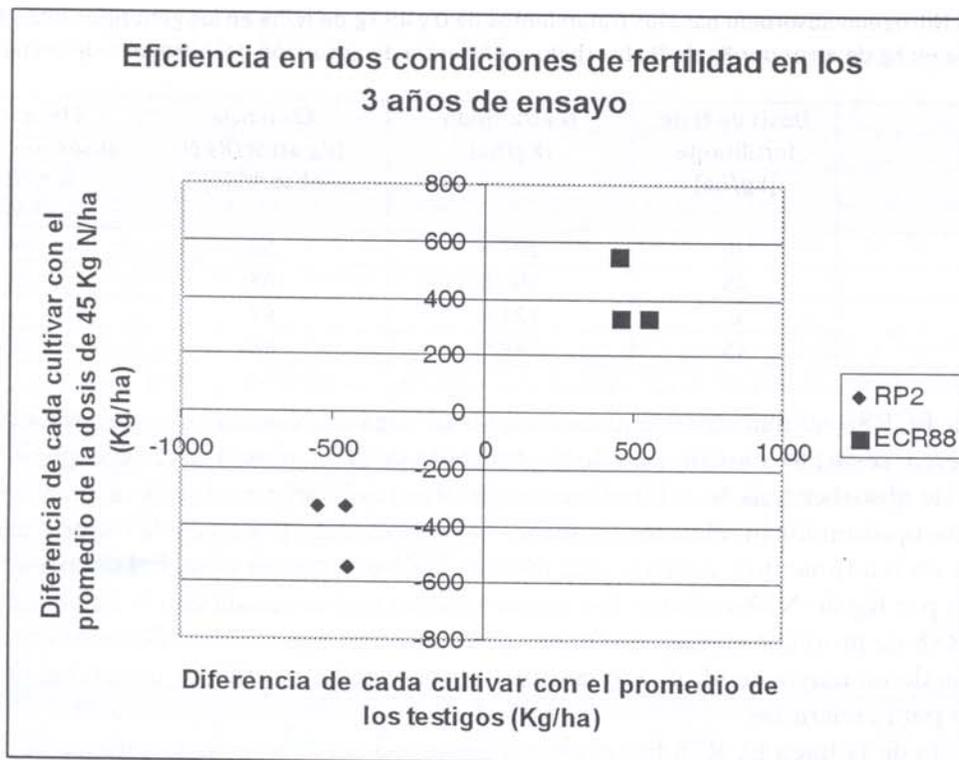


Figura1 Eficiencia en dos condiciones de fertilidad en las campañas 2005-06, 2006-07, y2007-08

### Consideraciones finales

El análisis del presente año complementado con las otras dos campañas en que se evaluó la línea ECR88 permitió conocer que la determinación del mayor rendimiento de esta línea en condiciones de baja fertilidad está asociado a su capacidad de definir un alto número de destinos reproductivos por unidad de área. En condiciones de alta fertilidad en donde se incrementan aún más estos destinos, no manifiesta un mayor rendimiento que el cultivar RP2, asociado probablemente a la característica del ECR 88 de incrementar el porcentaje de vaneo y a la disminución del peso de mil granos. Estas últimas características resultan de mucha utilidad para ser estudiadas con mayor profundidad para evaluar las limitaciones por fuente de fotoasimilados, importante en la orientación de los procesos de selección en el mejoramiento genético.

## ENSAYOS DE FERTILIZACIÓN BALANCEADA DE ARROZ

Quintero, César ; Zamero, María A.; Boschetti, Graciela; Befani, María R.;

Arévalo, Edgardo; Spinelli, Nicolás

Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER

CC 24 Paraná ER (3.100). <cquinter@fca.uner.edu.ar>

### INTRODUCCION

El aumento en los rendimientos del arroz en Entre Ríos ha sido sostenido en más de 15 años, ligado a mejoras en el manejo de este cultivo. Las prácticas que sin duda han ayudado a ese crecimiento son el control de malezas y la fertilización, junto con otras técnicas relacionadas al manejo del agua .

No hay que dudar que algunas tierras incorporadas al cultivo de arroz, en ese período eran tierras nuevas o descansadas, donde la fertilidad natural era alta. Sin embargo, ésta situación es cada vez menos frecuente y la posibilidad de sembrar arroz sobre suelos naturalmente muy fértiles es cada vez más reducida. Los sistemas de producción van hacia producciones de arroz continuo, en sitios marginales para otros cultivos, donde la fertilidad es baja y las necesidades de fertilización para lograr altos rendimientos son mas altas.

Las investigaciones realizadas anteriormente aportaron importantes herramientas para la toma de decisiones sobre fertilización de arroz en la década pasada y han ayudado hasta el presente. Pero, como se planteó, la situación ha cambiado y se requiere de nuevas experiencias, donde se contemplen distintos elementos nutritivos en conjunto.

Es por esto que surge la necesidad de realizar nuevas experiencias de fertilización en base a los elementos que se han detectado como deficientes o restrictivos. Ellos son el nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K) y el cinc (Zn).

### MATERIALES Y METODOS

En la campaña 2007/08 se realizaron 4 ensayos en localidades representativas de las distintas zonas productivas de arroz de la provincia de Entre Ríos. Las principales características de los sitios se pueden ver en las tablas 1 y 2.

**Los tratamientos evaluados fueron lo siguientes:**

1. **Completo:** Zn + P + K + N . Fertilización a la siembra con mezcla N-P-K con 45 % SPT + 33 % KCl + 22 % de Urea (grado: 10-20-20) 180 kg/ha. Tratamiento de semilla con Zn (300 g óxido 70 % cada 100 kg). Urea pre riego 100 kg/ha.
2. **Menos Zn:** P + K + N. Fertilización a la siembra con mezcla N-P-K con 45 % SPT + 33 % KCl + 22 % de Urea: 180 kg/ha. (grado: 10-20-20). Sin tratamiento de semilla con Zn. Urea pre riego 100 kg/ha.
3. **Menos K:** Zn + P + N. Fertilización a la siembra con mezcla 66% SPT + 33 % Urea. (grado 15-31-00) 120 kg/ha. Tratamiento de semilla con Zn (200 g cada 100 kg). Urea pre riego 100 kg/ha.
4. **Menos P:** Zn + K + N. Fertilización a la siembra con mezcla es 60% KCl + 40 % Urea (grado 18-00-36) 100 kg/ha. Tratamiento de semilla con Zn (200 g cada 100 kg). Urea pre riego 100 kg/ha.

5. **Menos N:** Zn + P + K. Fertilización a la siembra con mezcla 57 % SPT + 43 % KCl . (grado 00-26-26) 140 kg/ha. Tratamiento de semilla con Zn (200 g cada 100 kg).

Estos tratamientos permiten conocer el aporte natural de los suelos de los distintos elementos y la respuesta a cada elemento agregado. El aporte de cada elemento como fertilizante fue el siguiente: N: 64 kg/ha, P: 15 kg/ha; K: 30 kg/ha; Zn: 300 g/ha.

Tabla 1. Características de los Sitios

|                  | San Salvador | La Paz     | Conquistadores | Villa Elisa |
|------------------|--------------|------------|----------------|-------------|
| Variedad         | Cambá        | Supremo 13 | Cambá          | Irga 417    |
| Fecha Siembra    | 30/09/07     | 22/10/07   | 07/11/07       | 12/11/07    |
| Fecha Emergencia | 17/10/07     | 01/11/07   | 18/11/07       | 20/11/07    |
| Antecesor        | Soja         | Arroz      | Arroz          | Arroz       |

Tabla 2. Resultados análisis de suelo.

|                  | San Salvador | La Paz | Conquistadores | Villa Elisa |
|------------------|--------------|--------|----------------|-------------|
| pH               | 6,8          | 5,4    | 6,5            | 7,0         |
| MO (%)           | 3,32         | 2,74   | 3,77           | 3,83        |
| P (ppm)          | 15,4         | 6,4    | 9,9            | 6,0         |
| CIC (cmol/kg)    | 24,5         | 17     | 28             | 22,3        |
| Sat. K (%)       | 2,1          | 2,8    | 2,5            | 3,1         |
| Sat. Ca (%)      | 52,3         | 33,4   | 60,7           | 74,5        |
| Sat. Mg (%)      | 15,1         | 14,7   | 16,4           | 13,5        |
| Sat. Na (%)      | 3,8          | 2,4    | 2,2            | 6,3         |
| Salinidad (dS/m) | 0,673        | 0,408  | 0,729          | 0,857       |
| Zn (ppm)         | 0,84         | 1,02   | 1,09           | 1,43        |

#### Diseño del ensayo:

El diseño del ensayo fue en franjas dentro del gran cultivo, con una superficie de 0,25 a 1 hectárea por tratamiento. Con evaluaciones dentro de cada franja en 5 repeticiones.

#### Evaluaciones:

- Absorción de nutrientes en planta durante el ciclo de cultivo. Momentos: 1-Inicio de macollaje (pre inundación, fertilización con N), 2- pleno macollaje 15 a 20 días después de la aplicación de N, 3- diferenciación, 4- floración, 5- madurez (grano y rastrojo). Para esto se hizo biomasa en cada estadio y análisis de tejidos (N, P, K, Zn)
- Rendimiento y componentes

#### RESULTADOS

Se encontró que el efecto de los tratamientos y de los distintos sitios fue muy significativo. La interacción sitio por tratamiento fue significativa con una probabilidad de 0,013. El coeficiente de variación del ensayo fue de 7,3 %, lo que evidencia que las condiciones experimentales fueron apropiadas para cumplir con los objetivos propuestos..

En todos los sitios hubo un diferencias significativas entre los tratamientos, y diferencias muy importantes entre sitios (Tabla 3).

**Tabla 3. Rendimientos observados (kg/ha) del cultivo de arroz para los tratamientos y en las distintas localidades**

| Tratamiento | San Salvador | La Paz  | Conquistadores | Villa Elisa | Media   |
|-------------|--------------|---------|----------------|-------------|---------|
| Completo    | 8652 bc      | 10575 b | 9646 ab        | 6824 c      | 8924 bc |
| (-Zn)       | 8346 b       | 10368 b | 9833 ab        | 5618 b      | 8541 b  |
| (-P)        | 9379 c       | 10488 b | 10113 b        | 7388 c      | 9342 c  |
| (-K)        | 8434 bc      | 10518 b | 9721 ab        | 6155 b      | 8707 b  |
| (-N)        | 6745 a       | 9467 a  | 9055 a         | 4408 a      | 7419 a  |
| Media       | 8311 A       | 10283 B | 9674 C         | 6079 D      |         |

*Letras distintas indican diferencias significativas (LSD 5 %)*

En la tabla 4 se puede ver el aporte de cada elemento por parte de suelo, estimado del tratamiento donde falta el nutriente en presencia de los demás. Si se lo compara con los requerimientos para alcanzar 10000 kg/ha (N:130 kg, P:30 kg, 120 kg, Zn 390 g) o con la absorción del tratamiento completo (Tabla 5), queda claro que el aporte de N por parte del suelo siempre fue insuficiente y por ello se observó una disminución significativa del rendimiento en todos los sitios cuando este elemento no se agregó. La liberación de P del suelo fue suficientemente alta en todos los ensayos como para alcanzar altos rendimientos y por lo tanto no hubo respuesta a su aplicación. El aporte de K fue muy variable; en los sitios La Paz y Los Conquistadores se observaron valores altos, mientras que en Villa Elisa y San Salvador hubo una absorción insuficiente de K, probablemente ligada a una mala relación en el complejo de cambio, por altos valores de Ca y Na. Sin embargo no hubo diferencias en rendimiento con el tratamiento completo en San Salvador, probablemente debido a que la dosis de K aplicada (30 kg/ha) halla sido baja o insuficiente para este caso. En Villa Elisa, donde el aporte del suelo fue realmente bajo, la diferencia con el tratamiento completo fue significativa debido a la falta de K. Los aportes de Zn por parte del suelo fueron moderados, excepto en Villa Elisa, donde además hubo diferencias significativas entre el tratamiento completo y el de (-Zn); se destaca ese sitio por su pH superior a 6,5.

**Tabla 4. Aporte de nutrientes por parte del suelo (NPK: kg/ha y Zn: g/ha)**

| Ensayo         | N   | P  | K   | Zn  |
|----------------|-----|----|-----|-----|
| San Salvador   | 66  | 27 | 60  | 224 |
| La Paz         | 95  | 29 | 124 | 325 |
| Conquistadores | 105 | 31 | 153 | 225 |
| Villa Elisa    | 51  | 32 | 36  | 138 |

Tabla 5. Absorción de nutrientes en el tratamiento completo (NPK: kg/ha y Zn: g/ha).

| Ensayo         | N   | P  | K   | Zn  |
|----------------|-----|----|-----|-----|
| San Salvador   | 69  | 23 | 59  | 170 |
| La Paz         | 103 | 27 | 100 | 300 |
| Conquistadores | 110 | 28 | 174 | 270 |
| Villa Elisa    | 69  | 23 | 59  | 170 |

El efecto sobre los componentes de rendimiento fue principalmente sobre el número de panojas por unidad de superficie y sobre el de espiguillas por panoja. El tratamiento con menores valores fue el sin nitrógeno (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto medio sobre los componentes de rendimiento.

| Tratamiento | Panojas (N <sup>o</sup> /m <sup>2</sup> ) | Espiguillas por Panoja | Granos Vanos (%) | Peso de 1000 (g) |
|-------------|---|------------------------|------------------|------------------|
| Completo    | 406 ab                                    | 104 ab                 | 10,0 a           | 25,0 a           |
| (-Zn)       | 428 b                                     | 116 bc                 | 11,8 a           | 25,3 a           |
| (-P)        | 405 ab                                    | 112 abc                | 12,0 a           | 24,8 a           |
| (-K)        | 435 b                                     | 117 c                  | 13,0 a           | 24,5 a           |
| (-N)        | 372 a                                     | 103 a                  | 11,5 a           | 24,5 a           |

Letras distintas indican diferencias significativas (LSD 5 %)

Se debe considerar que hubo interacción sitio por tratamiento, por lo que los resultados de estos ensayos deben ser analizados para cada situación. Además implica que el efecto de los tratamientos no es generalizado o extrapolable a otros casos. La interacción indica que la relación suelo-variedad-tratamiento no es siempre la misma.

En síntesis, el N se presentó deficiente en todos los sitios, lo cual puede ser generalizado a la mayoría de los casos. En relación al P, en los 4 ensayos se mostró suficiente el abastecimiento de P del suelo y sin respuestas a su aplicación. Esto es consistente con las evaluaciones de liberación de P por parte del suelo inundado, corroborando que las condiciones anaeróbicas aumentan la disponibilidad de este elemento. El K y el Zn se presentaron deficientes en algunos suelos. Estos son dos elementos que requieren de mayor información para poder saber cuando es más probable tener respuesta a su aplicación.

Los resultados obtenidos dejan en evidencia que para poder dilucidar estos aspectos hacen falta mayor número de ensayos en diferentes sitios y años.

## ENSAYOS DE FUENTES DE FERTILIZACION NITROGENADA EN EL CULTIVO DE ARROZ

Quintero, César; Zamero, María A.; Boschetti, Graciela; Befani María R. Arévalo, Edgardo; Spinelli, Nicolás  
Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER  
CC 24 Paraná ER (3.100). <cquinter@fca.uner.edu.ar>

### INTRODUCCION

El N es el elemento crítico y será limitante en el futuro por su costo y por cuestiones ambientales. Es por ello que se deberán tener en cuenta mejorar la eficiencia de uso de este elemento, la reducción de las pérdidas y las emisiones de efecto invernadero.

Tradicionalmente la urea ha sido la fuente mas económica por unidad de N y la más ampliamente utilizada en arroz. Se han sumado también algunas otras alternativas como el sulfato de amonio, el sulfonitrato de amonio y los líquidos como el UAN. Estas fuentes tienen la particularidad de liberar rápidamente el N y ello podría llevar a mayores pérdidas, contaminación e ineficiente uso del fertilizante. Existen actualmente en el mercado fuentes de N con características de liberación lenta basada en diferentes principios, que en algunos casos han mostrado respuestas favorables en el arroz.

Por estos antecedentes, se planteó como objetivo evaluar los efectos de fuentes nitrogenadas alternativas a la urea, que aportan la misma dosis de N, contemplando la liberación lenta y el aporte de azufre (S).

### MATERIALES Y METODOS

En la campaña 2007/08 se realizaron 4 ensayos en localidades representativas de las distintas zonas productivas de arroz de la provincia de Entre Ríos. Las principales características de los sitios se pueden ver en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Características de los Sitios

|                  | San Salvador | Sajaroff | Conquistadores | Villa Elisa |
|------------------|--------------|----------|----------------|-------------|
| Variedad/Híbrido | Cambá        | RP2      | INOV           | Irga 417    |
| Siembra          | 30/09/07     | 11/11/07 | 07/11/07       | 12/11/07    |
| Emergencia       | 17/10/07     | 29/11/07 | 15/11/07       | 20/11/07    |
| Antecesor        | Soja         | Arroz    | Campo Natural  | Arroz       |

Tabla 2. Resultado análisis de suelo.

|                  | San Salvador | Sajaroff | Conquistadores | Villa Elisa |
|------------------|--------------|----------|----------------|-------------|
| pH               | 6,8          | 6,0      | 6,5            | 7,0         |
| MO (%)           | 3,32         | 4,64     | 3,77           | 3,83        |
| P (ppm)          | 15,4         | 4,9      | 9,9            | 6,0         |
| CIC (cmol/kg)    | 24,5         | 20,8     | 28             | 22,3        |
| Sat. K (%)       | 2,1          | 3,1      | 2,5            | 3,1         |
| Sat. Ca (%)      | 52,3         | 68,2     | 60,7           | 74,5        |
| Sat. Mg (%)      | 15,1         | 16,3     | 16,4           | 13,5        |
| Sat. Na (%)      | 3,8          | 2,4      | 2,2            | 6,3         |
| Salinidad (dS/m) | 0,673        | 0,396    | 0,729          | 0,857       |

### Los tratamientos evaluados fueron lo siguientes:

1. **Testigo sin nitrógeno.** Fertilización de base únicamente.
2. **Fuente tradicional:** Fertilización de base más Urea en preriego, Sin fertilización en diferenciación de panícula (DP). La dosis media de N fue de 50 kg/ha.
3. **Fuente alternativa de N:** Fertilización de base más Sulfonitrato de amonio (SNA) a dosis equivalente de N. Sin fertilización en DP.
4. **Fuente alternativa de N:** Fertilización de base más SULFAMMO a dosis equivalente de N. Sin fertilización en DP.
5. **Fuente alternativa de N:** Fertilización de base más ENTEC26 a dosis equivalente de N. Sin fertilización en DP.

La evaluación de fuentes alternativas a la urea, nos permite valorar la efectividad de distintas fuentes de N a igual dosis de N, contemplando la liberación lenta y el aporte de azufre (S).

### Diseño del ensayo:

El diseño del ensayo fue en franjas dentro del gran cultivo, con una superficie de 0,25 a 1 hectárea por tratamiento. Con evaluaciones dentro de cada franja en 5 repeticiones.

### Evaluaciones:

- Absorción de nitrógeno en planta durante el ciclo de cultivo. Momentos: 1-Inicio de macollaje (pre inundación, fertilización con N); 2- pleno macollaje 15 a 20 días después de la aplicación de N; 3- diferenciación; 4- floración; 5- madurez (grano y rastrojo). Para esto se hizo biomasa en cada estadio y análisis de tejidos (N)
- Rendimiento y componentes

### RESULTADOS

El efecto de los tratamientos y de los distintos sitios fue muy significativo. La interacción sitio por tratamiento fue significativa con una probabilidad de 0,006. El coeficiente de variación del ensayo fue de 6,9 %. En todos los sitio hubo un diferencias significativas entre los tratamientos, y diferencias muy importantes entre sitios (Tabla 3).

El Sulfammo mostró el mayor rendimiento en 3 de los cuatro ensayos y el en un sitio. Sin embargo las diferencias entre fuentes no fueron muy importantes. En Los Conquistadores el Entec26 fue superior al Sulfonitrato y al Sulfammo, Mientras que en San Salvador y

Sajaroff el Sulfammo fue superior a Entec26. De todas maneras en todos los casos la fuente tradicional mostró un comportamiento no diferente del mejor tratamiento.

Tabla 3. Rendimiento observado (kg/ha).

| Tratamiento | San Salvador | Sajaroff | Conquistadores | Villa Elisa | Media  |
|-------------|--------------|----------|----------------|-------------|--------|
| Testigo     | 6249 a       | 8393 a   | 9071 a         | 5935 a      | 7412 a |
| SNA         | 8109 b       | 9584 bc  | 10928 b        | 7093 b      | 8928 b |
| Sulfammo    | 8816 c       | 10243 c  | 10853 b        | 7563 b      | 9369 b |
| Urea        | 8579 bc      | 9524 bc  | 11476 bc       | 7290 b      | 9217 b |
| Entec26     | 7973 b       | 8952 ab  | 11828 c        | 7082 b      | 8958 b |
| Media       | 7945 B       | 9339 C   | 10831 D        | 6992 A      |        |

Letras distintas indican diferencias significativas (LSD 5%)

La absorción total de N se presenta en la Tabla 4. Todas las fuentes mostraron un incremento significativo del N absorbido respecto al testigo. La urea mostró la mayor absorción de N superando a las otras fuentes.

Tabla 4. Absorción total de N según fuente

| Tratamiento | San Salvador | Sajaroff | Conquistadores | Villa Elisa | Media  |
|-------------|--------------|----------|----------------|-------------|--------|
| Testigo     | 65           | 107      | 98             | 67          | 84 a   |
| SNA         | 88           | 113      | 133            | 91          | 106 bc |
| Sulfammo    | 85           | 117      | 121            | 91          | 104 b  |
| Urea        | 99           | 120      | 133            | 94          | 112 c  |
| Entec26     | 82           | 114      | 126            | 85          | 102 b  |

Las tasas de absorción de N fueron máximas durante el macollaje, aunque se observaron diferencias en el comportamiento de las variedades. La tasa de absorción de N no fueron significativamente diferentes entre las distintas fuentes. Luego de la diferenciación, las tasas de absorción decayeron hacia la madurez sin diferencias importantes entre las fuentes y el testigo (Figura 1).

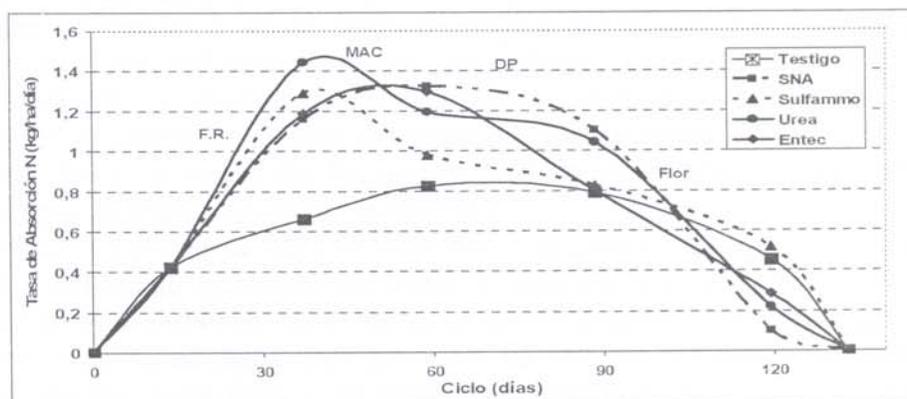


Figura 1: Tasas de absorción de N promedio de los 4 sitios. F.R. Fertilización e inicio de Riego. MAC: Macollaje. DP: Diferenciación de panícula. Flor: Floración.

Con respecto a los componentes de rendimiento, el Sulfammo y el Entec26 mostraron un significativo aumento en el número de granos totales por panoja respecto al testigo. El Sulfonitrato de amonio mostró el menor vaneo y el testigo el vaneo más alto. El peso de los 1000 granos se incrementó en un gramo por la adición de N, sin diferencias entre fuentes. (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto medio sobre los componentes de rendimiento.

| Tratamiento | Panojas (N <sup>o</sup> /m <sup>2</sup> ) | Espiguillas por Panoja | Granos Vanos (%) | Peso de 1000 (g) |
|-------------|---|------------------------|------------------|------------------|
| Testigo     | 344 a                                     | 111 ab                 | 16,5 b           | 25,5 a           |
| SNA         | 346 a                                     | 107 a                  | 10,3 a           | 26,5 b           |
| Sulfammo    | 361 a                                     | 121 b                  | 12,8 ab          | 26,5 b           |
| Urea        | 391 a                                     | 112 ab                 | 14,0 ab          | 26,5 b           |
| Entec       | 375 a                                     | 121 b                  | 12,3 ab          | 26,3 ab          |

Los distintos fertilizantes evaluados como fuentes de N presentaron un comportamiento similar. La recuperación media aparente del N aplicado fue de 44 % para el SNA, 40 % para el Sulfammo, 56 % para la Urea y 36 % para el Entec26.

Estos resultados muestran que las pérdidas de N no son tan elevadas y la eficiencia de uso del N puede acercarse al 50 %. Por otro lado, refuerza la idea de la absorción temprana de N y su posterior translocación, en la planta de arroz. Las fuentes con S no mostraron una diferencia considerable como para pensar que existe respuesta a azufre en el cultivo de arroz.

## EVALUACIÓN DE DOSIS, FUENTES Y MOMENTOS DE LA APLICACIÓN DE ZINC

Arévalo, Edgardo; Quintero, César ; Spinelli, Nicolás;

Boschetti, Graciela; Befani, María R.; Zamero, María A.

Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER

CC 24 Paraná ER (3.100). <cquinter@fca.uner.edu.ar>

### INTRODUCCION

En los suelos donde se cultiva arroz en Entre Ríos, es frecuente encontrar áreas o lotes donde las plantas al emerger, presentan una clorosis que retarda su crecimiento y en algunos casos llega a provocarles la muerte (Livore, 1999). Estos síntomas están asociados a suelos con pH superior 6,5 , con visibles y abundantes concreciones de  $\text{CaCO}_3$  en superficie (“tosquilla”) y se agravan cuando ocurren bajas temperaturas, lluvias excesivas o se aplican altas dosis de P. Este inconveniente se ha intentado solucionar mediante la aplicación de ZnO junto con la semilla, quelatos de Zn vía foliar o fertilizantes de reacción ácida.

Trabajos realizados por Quintero et Al 2006, muestran que al comparar suelos con alto y bajo contenido de calcio en el complejo de intercambio, se observa un incremento significativo de la absorción de Ca, Cu, B y Mg , mientras que las de K y Mn disminuyeron con una marcado disminución de la producción de materia seca. El incremento en la concentración de Ca dentro de la planta provocó una alteración de las relaciones normales entre los microelementos y el Ca. Las relaciones Fe/Ca, Zn/Ca, B/Ca y Cu/Ca se vieron sensiblemente reducidas y relacionadas a los bajos rendimientos. Si bien los contenidos de cinc en planta fueron normales e incluso superiores en plantas crecidas en suelos calcáreos, éstas mostraron síntomas de deficiencia de dicho elemento. Esto se interpreta como una deficiencia de Zn inducida por los altos niveles de calcio en la planta, que pueden determinar la inactivación fisiológica del mismo, por más que el tenor en planta de éste sea suficiente. Muchos antecedentes hacían referencia de la posible deficiencia de Zn en plantas crecidas en suelos con estas características, debido a la inhibición en la absorción de este nutriente por menor disponibilidad en el suelo. Esta situación no fue evidente, ya que los niveles de Zn no difirieron entre las plantas crecidas en ambos tipos de suelos (Quintero, et al 2006)

Existen varias evidencias de hay una importante componente genética en la susceptibilidad al pH alto, existiendo cultivares eficientes e ineficientes ante la deficiencia de Zn. La concentración de bicarbonato en el medio de crecimiento es la principal causa que induce la deficiencia de Zn en arroz. Los cultivares ineficientes presentan una reducción en la elongación de las raíces finas y un incremento excesivo en la concentración de ácidos orgánicos como el malato en la zona de crecimiento radical (Haiboland et a. 2005). Puede ser que una proteína que está involucrada en la emisión de hojas y raíces durante la germinación se inactive por el exceso de Bicarbonato (Arumugam et al 2007).

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

El origen del problema está medianamente conocido y si bien se han realizado muchos ensayos no se sabe como pueden actuar las diferentes formulaciones y momentos de aplicación.

El objetivo de este trabajo fue analizar en conjunto la información de los ensayos para evaluar la dosis, momento de aplicación y fuentes de zinc que permitan incrementar los rendimientos del cultivo de arroz.

## **MATERIALES Y METODOS.**

Para evaluar la respuesta a zinc, en condiciones de campo se realizaron desde el año 1998 hasta el 2008, 17 ensayos exploratorios. Estos ensayos se condujeron en Bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones al azar y en franjas. Tabla 1.

Para los ensayos en bloques aleatorizados se tomo un ancho de parcela 2 mt y un largo de 5 mts. En los ensayos de franja la parcela presentaban un ancho entre 2 y 6 mts por 50 mts de largo.

La siembra se realizó con maquinas sembradoras de 20 surcos a 22 cm entre línea. Los tratamientos sobre semilla fueron aplicados previos a la siembra en tambor giratorio y se utilizó un ancho de parcela de 2 o 6 metros. Las aplicaciones en estadios vegetativos, se utilizó una mochila de aire comprimido de presión constante y una barra de 2 m de ancho.

Para la cosecha en ensayos en bloques se tomaron parcelas de  $4\text{ m}^2$  para los de franja, se tomaron 4 muestras de  $4\text{ m}^2$ , todas fueron trilladas en maquina experimental y el rendimiento expresado al 14 % humedad.

Tabla 1: Ubicación y Año de Ensayo.

| Localidad           | Año  | Variedad | N° Trat. | Diseño         |
|---------------------|------|----------|----------|----------------|
| Cnia. Espindola     | 1999 | Paso 144 | 9        | Bloques 4 Rep. |
| Cnia. Vergara Norte | 2000 | Paso 144 | 12       | Bloques 4 Rep. |
| Cnia. Vergara Norte | 2000 | Paso 144 | 17       | Bloques 4 Rep. |
| Santa Anita         | 2000 | Yerua    | 17       | Bloques 4 Rep. |
| Santa Anita         | 2000 | Yerua    | 13       | Bloques 4 Rep. |
| Arroyo Barú         | 2000 | Don Juan | 13       | Bloques 4 Rep. |
| Cnia. Vergara Norte | 2001 | Paso 144 | 5        | Franjas        |
| Villa Clara         | 2003 | RP 2     | 2        | Franjas        |
| Cnia. La Blanqueada | 2005 | Paso 144 | 9        | Franjas        |
| Cnia. Vergara Norte | 2005 | Camba    | 9        | Franjas        |
| Cnia. Vergara Norte | 2005 | Camba    | 2        | Franjas        |
| Cnia. La Blanqueada | 2006 | RP 2     | 2        | Franjas        |
| Cnia. Vergara Norte | 2007 | Camba    | 6        | Bloques 4 Rep. |
| San Salvador        | 2008 | Camba    | 2        | Franjas        |
| La Paz              | 2008 | Camba    | 2        | Franjas        |
| Los Conquistadores  | 2008 | Camba    | 2        | Franjas        |
| Santa Rosa          | 2008 | IRGA 417 | 2        | Franjas        |

Se evaluaron diferentes dosis de zinc desde 108 gramos hasta 1400 gramos por hectárea y dos fuentes, quelato EDTA y Oxido de Zinc. El rango de dosis utilizado para cada fuente se puede ver en la Tabla 2.

Tabla 2: Dosis de Zinc

| Fuente        | Dosis Zinc (gr ha <sup>-1</sup> ) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |
|---------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Quelato       | 108                               | 150 | 166 | 190 | 200 | 270 | 300 | 400 | 420 | 600 | 800 | 1000 | 1200 |      |      |
| Oxido de Zinc |                                   |     | 185 | 190 | 270 | 360 | 400 | 420 | 480 | 590 | 700 | 800  | 840  | 1200 | 1400 |

Para facilitar el análisis de los datos se agruparon las dosis de zinc en rangos representativos en función de cantidad de datos, y teniendo en cuenta curvas de respuesta obtenidas por Quintero et al 2006. Tabla 3

Tabla 3: Rango, Dosis media por rango y cantidad de datos.

|        | Dosis Zinc (gr ha <sup>-1</sup> ) |         |         |         |           |
|--------|-----------------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| Rangos | 185-350                           | 360-480 | 590-700 | 800-840 | 1000-1400 |
| Media  | 267                               | 420     | 645     | 820     | 1200      |
| n      | 33                                | 23      | 17      | 8       | 7         |

Los momentos evaluados fueron; semilla, cuatro hojas, macollaje, diferenciación, hoja bandera y combinación entre ellos, realizando dos o tres aplicaciones en los diferentes momentos.

Para el análisis de la información se generó una base de datos con todas las fuentes de variación cuantificadas para cada uno de los ensayos. A partir del rendimiento se calculó la respuesta, de los tratados sobre el testigo expresado en  $\text{kg ha}^{-1}$  y el rendimiento relativo al testigo tomando para este el valor de 100.

Mediante un análisis de variancia se determinaron los efectos significativos, realizando análisis de la interacción entre las variables de sitio, dosis y formulación. A posterior se realizó un test de comparación de medias, (LSD, Fisher  $< 0,05$ ).

### RESULTADOS Y DISCUSION:

Los rendimientos observados presentaron una variación entre sitios y años con valores que oscilaron entre  $4.422$  y  $10.973 \text{ kg ha}^{-1}$ . La respuesta media a la aplicación de zinc para todos los momentos y fuentes evaluadas fue de  $513 \text{ kg ha}^{-1}$  lo que representa un  $9 \%$  de incremento sobre la media de los testigos.

Del análisis de variancia se observó que el sitio o localidad fueron altamente significativos, para cualquiera de las tres variables evaluadas, rendimiento, respuesta y rendimiento relativo. El efecto de la dosis de zinc o rango, fue significativo en la respuesta como el rendimiento relativo, mientras que para el resto de las variables, formulación y momento de aplicación no se observaron diferencias significativas, al igual que la interacción entre sitio y rango de dosis.

El rango de dosis de zinc fue significativo en la respuesta y el rendimiento relativo.

A partir del análisis de variancia, se realizó el test de comparación de media, donde se encontraron diferencias estadísticas significativas, para el rango de dosis de  $267 \text{ gr ha}^{-1}$  y  $420 \text{ gr ha}^{-1}$ , respecto al testigo y el resto de las dosis evaluadas (Figura 1).

A nivel de formulaciones, para todo el rango de dosis, no se observaron diferencias estadísticas significativas para los productos utilizadas a base de quelatos EDTA u óxidos floables.

|                      | SEMILLA | 4 HOJAS | MACOLLAJE | DIFERENCIACION | HOJA BANDERA |
|----------------------|---------|---------|-----------|----------------|--------------|
| RESPUESTA            | 513     | 513     | 513       | 513            | 513          |
| RENDIMIENTO RELATIVO | 109     | 109     | 109       | 109            | 109          |

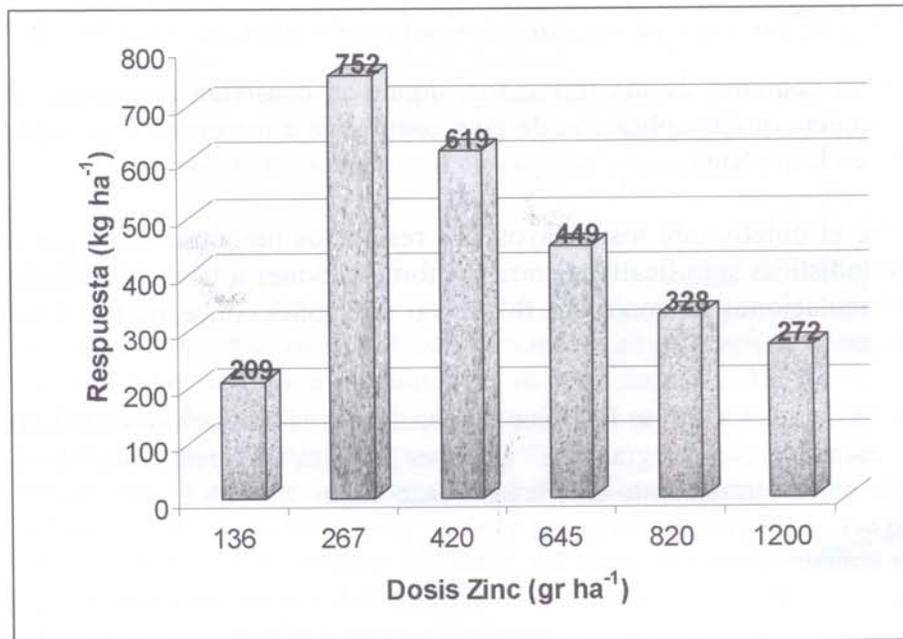


Figura 1: Respuesta media a las diferentes dosis de Zinc.

En cuanto al momento de aplicación las mayores diferencias significativas se observaron cuando el tratamiento se aplicó a la semilla y durante el macollaje o diferenciación Tabla 6

Tabla 6: Test de comparación de medias para la respuesta en función del momento de aplicación.

| Momentos de Aplicación                              | Media   | n  | Test Media |
|---|---------|----|------------|
|   | kg Ha-1 |    |            |
| Testigo   | 0       | 16 | A          |
| 4 hojas + Macollaje                                 | 239     | 12 | A B        |
| 4 hojas + Macollaje + Diferenciación                | 393     | 8  | A B        |
| Semilla   | 453     | 17 | B          |
| 4 Hojas   | 463     | 25 | B          |
| Macollaje + Diferenciación                          | 576     | 9  | B          |
| Macollaje   | 680     | 7  | B C        |
| Diferenciación                                      | 786     | 4  | B C        |
| Semilla + Macollaje + Diferenciación                | 1133    | 1  | B C D      |
| Semilla + 4 hojas                                   | 1200    | 8  | C D        |
| Semilla + Macollaje                                 | 1624    | 1  | C D        |
| Semilla + macollaje + Diferenciación + Hoja Bandera | 2363    | 1  | D          |

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) Fisher.

## CONCLUSIONES

Este análisis en conjunto de los resultados, donde se constatan diferentes, años, sitios, variedades, sugiere que la aplicación de zinc contribuye a incrementar el rendimiento del cultivo arroz en Entre Ríos.

Si bien no fue el objetivo de los ensayos, los resultados permiten decir que no existen diferencias estadísticas significativas entre las formulaciones a base de quelatos EDTA, y las nuevas formulaciones micronizadas floables o soluciones concentradas, líquidas a base de óxido de zinc.

En el momento de aplicación, se fortalece la idea de que la aplicación sobre tratamiento de semilla es esencial para lograr los mayores niveles de respuesta, y a posterior complementar con un tratamiento en 4 hojas o macollaje.

## BIBLIOGRAFIA

- Arévalo, E., Quintero, C., Boschetti, N., Bracony, D., Valenti, R., Martínez, N., Spinelli, N., Bucari, E.. Fertilización foliar de arroz en suelos con tosquilla. Resultados experimentales 1999-2000 INTA-PROARROZ. Volumen IX. p. 69-75.
- Arumugam, T. U. ; Davies, E.; Morita, E.; Abe, S. 2007. Sequence, expression and tissue localization of a gene encoding a makorin RING zinc-finger protein in germinating rice (*Oryza sativa* L. ssp. Japonica) seeds. *Plant Physiology and Biochemistry* 45:767-780.
- Hajibolanda, R.; Yangb, X.E.; Römheldd V.; Neumannc, G. 2005. Effect of bicarbonate on elongation and distribution of organic acids in root and root zone of Zn-efficient and Zn-inefficient rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Environmental and Experimental Botany* 54:163-173.
- Livore, A B. Clorosis del Arroz en suelos con calcáreo. Revisión. Resultados Experimentales 1998-1999. INTA-PROARROZ. Vol VIII. p. 53-58.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. Norlforlk, Londres. Academyc press Ltd. 1998. p. 277-679.
- Quintero C., Arévalo, E.; Boschetti N. Spinelli, N. 2006. Clorosis en suelos con calcáreo. Experiencias en el cultivo de arroz en Entre Ríos. En: Micronutrientes en la agricultura. Editora: Mabel Vázquez. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. 1ª Edición. Pag.113-125. ISBN: 987-21419-4-0.

## MODELOS DE PREDICCIÓN DE RENDIMIENTOS POTENCIALES DE ARROZ, EN FUNCIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES Y DE MANEJO

Quintero César E. y Griselda E. Carñel  
FCA-UNER, Ruta 11 km 10 ½ Oro Verde, Entre Ríos  
cqinter@fca.uner.edu.ar - gecargnel@yahoo.com.ar

### INTRODUCCIÓN

*¿Qué podemos manejar para aumentar los rindes de nuestros cultivos de arroz?*

Esta es evidentemente una pregunta que se realizan todos los productores, y a la que desde la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) y de la Fundación ProArroz se intenta darle respuesta desde distintos aspectos.

En este trabajo, y a partir de los resultados obtenidos en campañas anteriores de los que ya se ha dado cuenta, se ha tratado de facilitar una herramienta interactiva para simular el crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz así como los rendimientos potenciales, mediante el procesamiento de los datos climáticos. Se puede interactuar entonces desde: [http://www.fca.uner.edu.ar/modelo\\_arroz](http://www.fca.uner.edu.ar/modelo_arroz), simplemente seleccionando la fecha de siembra, la variedad y la estación meteorológica que corresponda a la zona a cultivar. Los datos climáticos fueron cedidos por el Servicio Meteorológico Nacional.

Ambientalmente los rendimientos de arroz están directamente relacionados con el agua, la temperatura y la radiación solar. Si consideramos que la provisión y el manejo del agua de riego es correcta, y que los cultivares utilizados en la región no responden al fotoperíodo (duración del día), es evidente que la *temperatura* y la *radiación* serán los factores determinantes de la velocidad de crecimiento y de los rendimientos.

También es cierto que no podemos manejar la temperatura del ambiente, pero sí podemos simular el ciclo de vida del cultivo de arroz y los rendimientos a obtener a partir de los datos de temperaturas y fechas de siembra.

### FUNDAMENTOS

*¿Cuáles son los elementos climáticos que intervienen en la definición de la productividad en arroz?* Consideramos que los requerimientos de agua están cubiertos, ya que es un cultivo que se realiza bajo riego, por lo tanto la *temperatura* y la *radiación* son los elementos a estudiar.

Tomaremos una temperatura base (tb) de 11 °C. Vale aclarar que la temperatura base es el umbral por encima de la cual el vegetal está en condiciones de realizar sus funciones fisiológicas, por lo tanto crece y se desarrolla. De igual forma tenemos una temperatura óptima, entre 28 y 30°C, y una temperatura máxima del orden de los 40 a 42°C.

Con estos parámetros, más los obtenidos a campo acerca del comportamiento de las variedades más sembradas en la región, y los datos climáticos cedidos por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), simularemos la ocurrencia de los diferentes estadios del arroz según la fecha de siembra y el cálculo de las temperaturas medias diarias.

No existen para Entre Ríos determinaciones de “la cantidad de temperatura” ó “grados días” que requieren las distintas variedades de arroz para cumplir sus distintas etapas. En ese sentido, se realizaron observaciones a campo en el período 2004-2008, estimándose las fechas promedio para la ocurrencia de los distintos momentos del cultivo y se calcularon los requerimientos térmicos para las variedades sembradas en Entre Ríos, como se ven en las tablas 1 y 2.

**Tabla 1.** Fechas medias de ocurrencia de los principales estadios del arroz en 2004-08

| Momento        | Fecha      | Rango medio de variación         |
|----------------|------------|----------------------------------|
| Siembra        | 16-octubre | 10 al 28 de octubre              |
| Emergencia     | 30-octubre | 23 de octubre al 10 de noviembre |
| Diferenciación | 02-enero   | 25 de diciembre al 21 de enero   |
| Floración      | 02-febrero | 24 de enero al 24 de febrero     |
| Madurez        | 07-marzo   | 28 de febrero al 21 de marzo     |
| Cosecha        | 18-marzo   | 7 al 30 de marzo                 |

La tabla 2 se construyó como promedio, luego de observar a campo las fechas de la ocurrencia de las distintas fases fenológicas del arroz y calcular las sumas térmicas a partir de los datos de Temperatura máxima y mínima absolutas diarias, cedidos por el SMN para las Estaciones Meteorológicas de Concordia, Gualaguaychú y Paraná en Entre Ríos y Curuzú Cuatía y Monte Caseros en Corrientes del período 1971-2008 inclusive.

**Tabla 2.** Duración de los principales estadios, T<sup>º</sup> medias y sumas térmicas promedios en 2004-08

| Estadio del arroz           | Duración (días) | T <sup>º</sup> media diaria (°C) | Suma Térmica (°C/día) |
|-----------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------|
| Siembra – Emergencia        | 14 (± 2)        | -                                | -                     |
| Emergencia – Diferenciación | 64 (± 8)        | 22,4 (± 0,8)                     | 731 (± 127)           |
| Diferenciación – Floración  | 31 (± 4)        | 25,6 (± 0,8)                     | 1180 (± 121)          |
| Floración – Madurez         | 33 (± 7)        | 24,0 (± 0,8)                     | 1618 (± 55)           |
| Madurez – Cosecha           | 12 (± 5)        | -                                | -                     |

### Características climáticas de los años de evaluación.

Normalmente, la oferta de radiación en Entre Ríos decae en invierno y es máxima en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, donde alcanza valores en torno de los 20 Mj/m<sup>2</sup>/d con amplias variaciones diarias (Figura 1).

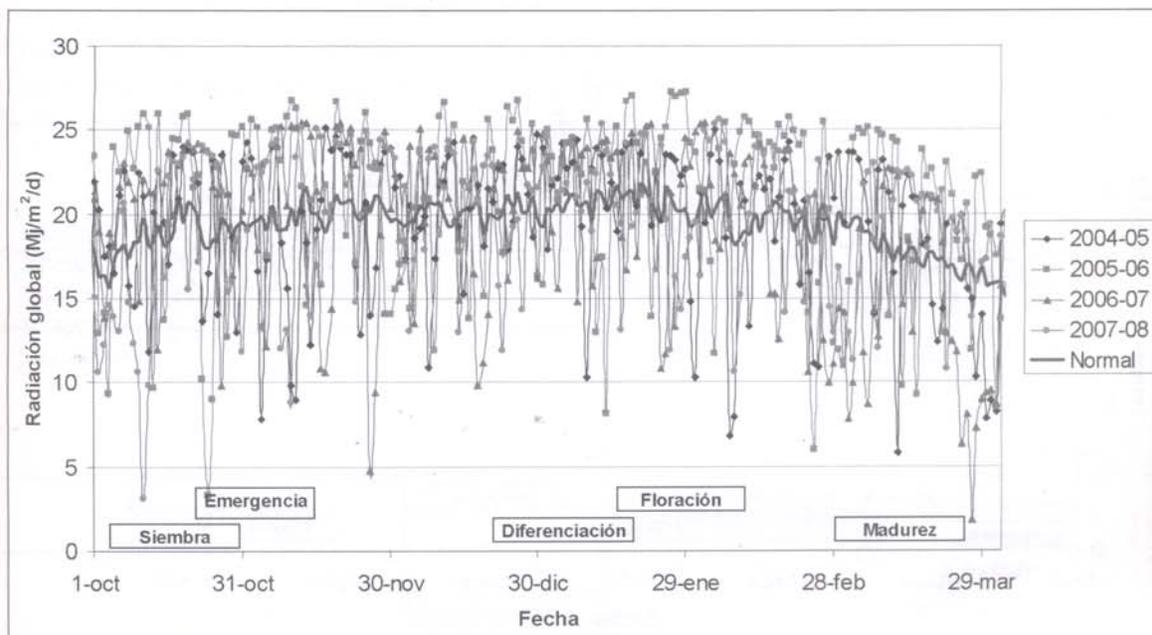


Figura 1. Evolución de la radiación global a lo largo del ciclo de cultivo para las campañas 2004-08 y la normal de 1971-2008.

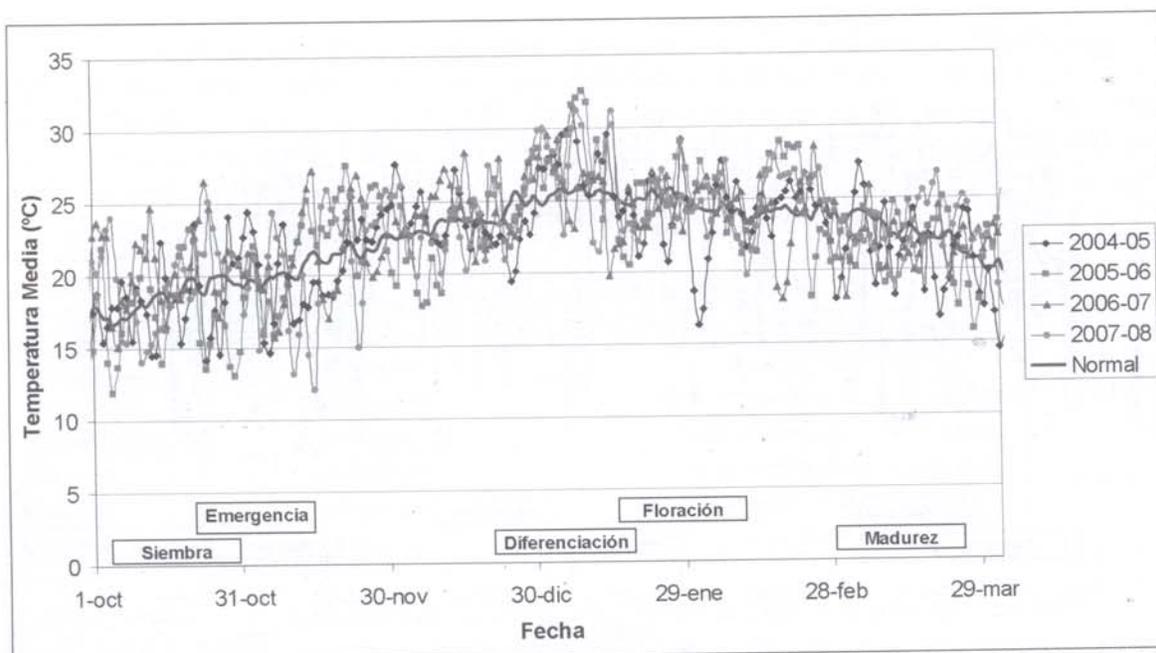
En Entre Ríos pueden registrarse temperaturas bajas en el período de siembra a emergencia que demoran el nacimiento del cultivo. Las temperaturas medias de emergencia a madurez están entre los 20 y 25 °C, es decir algo por debajo del óptimo. Hacia fines de enero y principio de febrero comienzan a registrarse ciclos de entrada de aire frío que producen descensos de las temperaturas medias por debajo de los 20°C en floración (Figura 2).

La disponibilidad de radiación (Tabla 3) así como las temperaturas medias de Entre Ríos en los años 2004 a 2008, mostraron una buena oferta ambiental, sin limitaciones importantes, lográndose altos rendimientos de arroz.

Tabla 3. Características climáticas de los años de ensayo y el promedio 1971-2008.

| Campaña | Rad. 1<br>MJ/m <sup>2</sup> | Rad. 2<br>MJ/m <sup>2</sup> | Rad. 3<br>MJ/m <sup>2</sup> | Rad. Total<br>MJ/m <sup>2</sup> | Temp. 1<br>°C | Temp. 2<br>°C | Temp. 3<br>°C |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 2004-5  | 1381 b                      | 619 ab                      | 674 b                       | 2585 a                          | 21,3 a        | 25,2 ab       | 23,8 ab       |
| 2005-6  | 1252 a                      | 591 ab                      | 954 c                       | 2767 b                          | 22,5 b        | 25,7 b        | 24,3 b        |
| 2006-7  | 1398 bc                     | 561 a                       | 645 b                       | 2569 a                          | 22,7 bc       | 25,3 b        | 23,7 ab       |
| 2007-8  | 1500 c                      | 661 b                       | 483 a                       | 2644 ab                         | 23,5 c        | 24,7 a        | 23,3 a        |
| Normal  | 1283                        | 660                         | 663                         | 2589                            | 22,2          | 25,3          | 24,0          |

1: Período de emergencia a diferenciación. 2: Período diferenciación-floración. 3: período floración-madurez. Normal:1971-2007, para un ciclo promedio.



**Figura 2.** Evolución de la temperatura media diaria a lo largo del ciclo de cultivo para las campañas 2004-08 y la normal de 1971-2008.

### A qué rendimientos podemos aspirar?

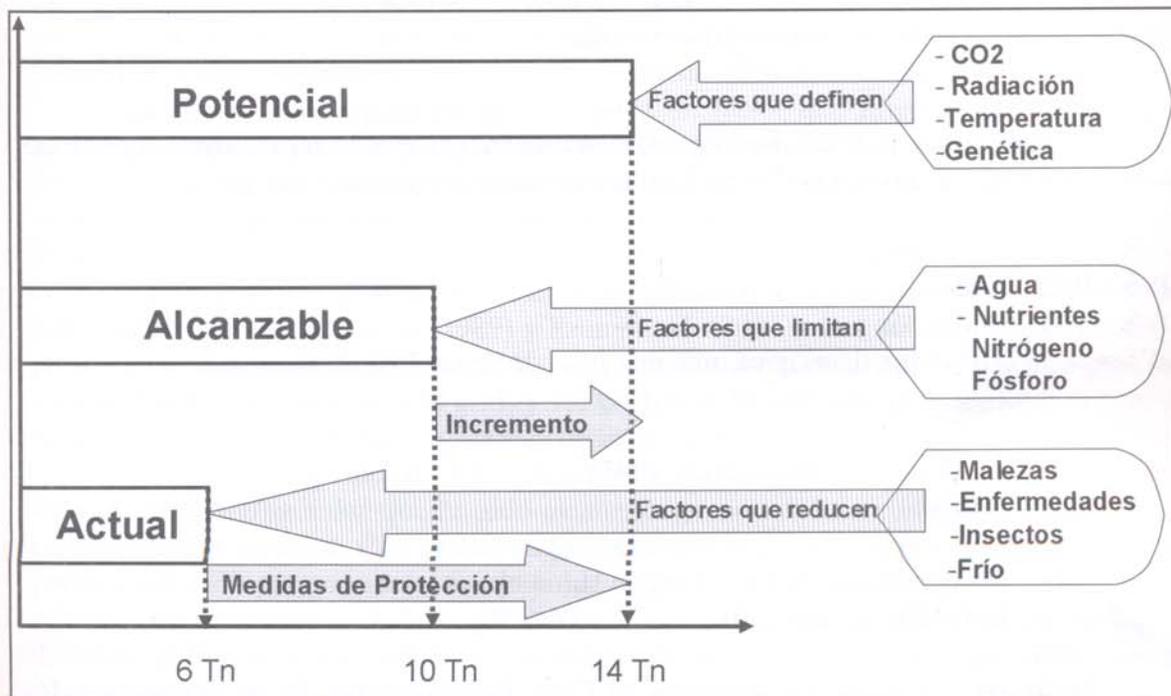
Vemos en el esquema de la Figura 3 los factores que definen el rendimiento, los que lo limitan y los que lo reducen. Es un esquema que nos puede ayudar a vislumbrar las medidas que el productor puede tomar para acercarse lo más posible a los rindes potenciales. Las medidas de protección requieren de la aplicación de insumos ecológicamente conocidos como sustituibles, como los pesticidas o las labrazas. Mientras que las medidas de incremento del rendimiento están relacionadas a la inclusión de insumos no sustitutivos, como los nutrientes.

El rendimiento potencial es definido como el rendimiento de un cultivo cuando crece en un ambiente al que está adaptado, sin limitaciones de agua y nutrientes y cuando las plagas y malezas son efectivamente controladas. Por lo tanto, para una determinada variedad o híbrido en un ambiente específico, el rendimiento potencial es determinado por la cantidad de radiación solar incidente, la temperatura y la densidad de plantas (éstas últimas gobiernan la tasa de desarrollo de hojas).

El rendimiento actual es el que obtienen los agricultores, donde la pérdida de rendimiento se debe a un insuficiente abastecimiento de agua, ya sea de lluvia o de riego, a lo que se suma una reducción del rendimiento por factores tales como deficiencias de nutrientes, nutrición desbalanceada, enfermedades, insectos y competencia de malezas, entre otras.

La diferencia entre el rendimiento potencial y el rendimiento actual alcanzado por los agricultores representa la brecha explorable para posibles incrementos en la productividad. A medida que los rendimientos de los agricultores se aproximan al rendimiento potencial, se hace cada vez más difícil lograr nuevos progresos, por lo que para conseguir nuevas ganancias es necesario eliminar pequeñas imperfecciones en el manejo integrado del suelo, cultivo, agua, nutrientes y plagas. En general este ajuste

riguroso no es económicamente viable a escala de producción comercial por lo que los rendimientos tienden a estancarse cuando el promedio de producción se encuentra en el 80 % del rendimiento potencial.



**Figura 3.** Factores que definen, limitan, reducen los rendimientos de un cultivo. Modificado de Ittersum y Rabigine (1997).

Podemos decir entonces que hay un rendimiento económicamente alcanzable que está en el orden del 80% del rendimiento potencial. Por lo tanto, para mantener una brecha explorable de rendimiento a medida que nos acercamos al 80% del potencial, hay que lograr incrementar el rendimiento potencial por mejoramiento genético.

**Estimación del rendimiento potencial**

Existe una relación lineal entre la radiación fotosintéticamente activa que es interceptada y la producción de biomasa siempre que el cultivo tenga las condiciones adecuadas de temperatura, agua y abastecimiento de nutrientes. La pendiente de esta relación lineal es conocida como la eficiencia de uso de la radiación (EUR).

La EUR expresa la capacidad que tiene el cultivo de convertir la radiación fotosintéticamente activa interceptada en biomasa. Para cultivos de arroz de alto rendimiento se ha propuesto un valor de 2,6 g/Mj (Sheehy et al. 2004).

La ecuación utilizada para estimar el rendimiento es:

$$Y = IC \times EUR \sum_{i=1}^n (PAR_i \times f_i)$$

Y: rendimiento en grano del arroz como materia seca.

IC: Índice de Cosecha. Relación en peso de los granos y toda la biomasa producida.

EUR: Eficiencia de uso de la radiación.

PAR<sub>i</sub>: Radiación fotosintéticamente activa media diaria. Se puede considerar como el 45% de la Radiación Global medida en las estaciones meteorológicas.

f<sub>i</sub>: Fracción de la PAR interceptada diariamente.

n: Es el número de días del ciclo de cultivo.

La fracción de la PAR interceptada diariamente (f<sub>i</sub>) puede ser estimada a partir de Índices de Estadio Fenológico (DVS). Donde existen cuatro estadios claves:

DVS = 0      emergencia;

DVS = 0,65    diferenciación de panícula;

DVS = 1      floración y

DVS = 2      madurez fisiológica, máximo peso de grano 25% de humedad.

$$f = \frac{a}{1 + \exp((b - IEF)/c)} \quad (\text{Horie et al., 1995})$$

Donde las constantes empíricas según Horie op. cit. son:

$$a=0,943 \quad b=0,480 \quad c=0,116 \quad r^2=0,99$$

Dado que los cultivares utilizados en Entre Ríos no responden al fotoperíodo, los DVS fueron calculados en función de las sumas térmicas.

Los datos de grados días necesarios para alcanzar cada estadio fenológico fueron calculados a partir de las observaciones relevadas en los años 2004 a 2008 con una temperatura base de 11 °C (Tabla 4).

Tabla 4. índices de estadio fenológico en arroz.

| Estadio                    | DVS  | °C día |
|----------------------------|------|--------|
| Diferenciación de panícula | 0,65 | 731    |
| Floración                  | 1    | 1180   |
| Madurez                    | 2    | 1618   |

El índice de desarrollo por grado día con los cuales es posible estimar los períodos fenológicos es de:

- $8,89 \cdot 10^{-4}$  DVS/°C/d de emergencia a diferenciación;
- $8,47 \cdot 10^{-4}$  DVS/°C/d de diferenciación a floración y
- $22,83 \cdot 10^{-4}$  DVS/°C/d de floración a madurez.

La EUR (RUE en inglés) es un parámetro importante en los modelos de cultivo que debería representar el máximo potencial para el cultivo dado.

Los factores externos que reducen la EUR como: estadio fenológico, nivel de radiación, temperatura, daños por frío o enfermedades, deberían ser simuladas por el modelo.

Esto garantiza el funcionamiento del modelo en condiciones distintas a las experimentales. Si bien la mayoría de los experimentos se pueden llevar adelante previniendo los estreses por agua, malezas y plagas es raro que no se presenten limitaciones por temperatura.

La temperatura representa por si misma un factor que limita la estimación de la EUR especialmente en especies macrotérmicas como el arroz creciendo en clima templado. Es decir, habría que tener en cuenta la reducción fisiológica de la EUR cuando la temperatura está por encima o por debajo del rango óptimo de crecimiento (Boschetti et al., 2006).

Los valores de EUR para arroz varían en torno de 2,2 a 2,56 g/Mj en variedades americanas según Kiniry et al. (1989) y Kiniry et al. (2001), aunque Campbell et al. (2001) presentaron valores de hasta 5,66 g/Mj. A su vez, Boschetti et al. op. cit. calculan para una variedad índica un valor de 3,14 g/Mj y 1,8 g/Mj para la japónica, pero sugieren utilizar un valor de 2,9 g/Mj cuando no se disponga de información.

Utilizando este valor de 2,9 es posible estimar un rendimiento potencial para Entre Ríos de 11,1 Mg/ha valor que ha sido alcanzado y superado en ensayos comparativos de rendimiento en parcelas. Con lo cual es probable que exista un error en la estimación, que puede estar dado por considerar una baja interceptación de la radiación ( $f$ ) o baja EUR. Para estimar correctamente  $f$  habría que conocer el coeficiente de extinción de la luz en distintos períodos y ese valor no ha sido valorado para los cultivares utilizados en Argentina.

Para estimar la EUR en las variedades y condiciones de Entre Ríos se tomaron datos de ensayos de fertilización realizados, donde se disponía de evaluaciones de biomasa en distintos períodos. Se tomó la radiación incidente en cada período de la estación SMN más cercana y se la afectó por un factor de 0,45 para transformarla en radiación fotosintéticamente activa (PAR). Luego utilizando la ecuación de Horie op. cit., se estimó el factor de interceptación ( $f$ ) para cada período. Así se estimó la *radiación fotosintéticamente activa absorbida* (APAR = PAR x  $f$ ).

Esta estimación realizada a partir de 7 ensayos en dos años dio un valor de EUR de 3,6 g/Mj (Figura 4). Con este valor el rendimiento potencial, para emergencias del 15 octubre al 15 de noviembre, llega a 13,9 ( $\pm 1,3$ ) Mg/ha.

Estas estimaciones o aproximaciones nos permiten pensar que el potencial de productividad del arroz en nuestra provincia es de alrededor de 14 Mg/ha con una base de cálculo fisiológico. Lo que nos permitiría sostener que es posible alcanzar una media de producción de 10 Mg/ha con los materiales actuales. Es decir que hay una brecha de rendimiento explorable de unos 3 Mg/ha.

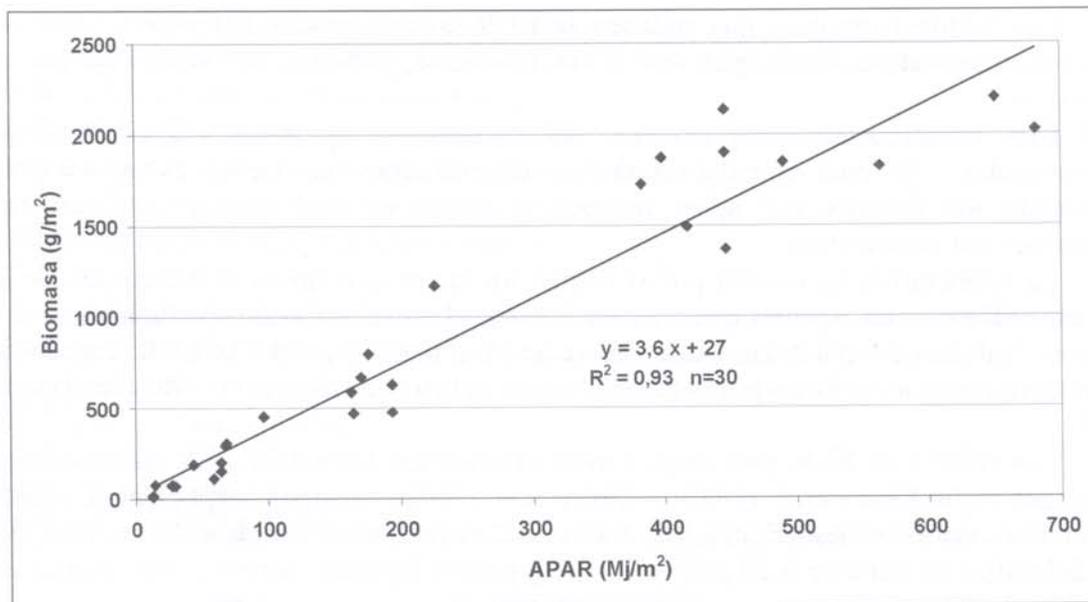


Figura 4. Relación entre la radiación absorbida y la biomasa producida en Entre Ríos.  
Materiales: Paso 144, Puitá, Supremo 13, Cambá, RP2, INOV.

### El efecto de las temperaturas extremas

Las altas y bajas temperaturas por encima y por debajo de los límites críticos afectan el rendimiento de grano ya que inciden sobre el macollaje, la formación de espiguillas y la maduración.

Así como las altas temperaturas causan estrés térmico sobre las plantas de arroz, las bajas temperaturas limitan:

- la duración de los períodos,
- la tasa de crecimiento y
- el desarrollo de las plantas de arroz.

Hasta el momento de la iniciación del primordio de la panoja, los puntos de crecimiento de las hojas y los tallos están debajo del agua y la temperatura del agua controla el crecimiento y el desarrollo de la planta. La elongación de las hojas y la altura de la planta son afectadas, sin embargo, por la temperatura del agua y del aire. En las primeras etapas de crecimiento la temperatura del agua afecta el rendimiento por su incidencia sobre:

- el número de panojas por planta,
- el número de espiguillas por panoja y
- el porcentaje de granos que maduran.

En las etapas posteriores la temperatura del aire afecta el rendimiento incidiendo sobre el porcentaje de espiguillas no fertilizadas y el porcentaje de granos que maduran. El tiempo fresco favorece una mayor eficiencia de uso del nitrógeno pero la fertilización nitrogenada aumenta la esterilidad en caso de bajas temperaturas.

Cuando las temperaturas se encuentran por encima o por debajo de niveles críticos, la provisión de nitrógeno tiene poco efecto sobre la esterilidad. La aplicación de mayores cantidades de fertilizantes fosfatados alivia los efectos adversos de altas cantidades de nitrógeno en la etapa reproductiva a bajas temperaturas.

El frío puede ser importante en Entre Ríos en siembras tempranas dado que puede afectar la germinación y emergencia del cultivo. Existen variedades con tolerancia a bajas temperaturas durante la etapa de plántula. En caso necesario, es preferible seleccionar variedades que presenten resistencia al frío y que estén adaptadas a la región.

Las temperaturas muy altas o muy bajas pueden causar esterilidad en el arroz reduciendo el rendimiento potencial por falta de destinos o granos para llenar.

Las altas temperaturas, particularmente en antesis, pueden dañar el polen cuando se superan los 35°C. El modelo ORIZA (Bouman, et al., 2001) utiliza una la siguiente función para estimar el daño por altas temperaturas:

$$S_c = 1/(1+\exp(0,853(T_{\max} - 36,6))).$$

Donde:

**Sc** es la proporción de espiguillas fértiles y

**Tmax** es la temperatura máxima diaria,

dentro del período 0,96 a 1,22 DVS, (3-4 antes a 7-8 días después de floración).

Siendo DVS=1 la floración.

Como puede verse en la figura 3, pueden registrarse algunos días en los cuales las máximas superan los 35°C. Hacia fin de año y primeros días de enero cuando el cultivo se encuentra en diferenciación generalmente se producen altas temperaturas.

Durante la floración pueden registrarse algunos días con máximas por sobre los 35°C pero no parece ser un problema serio dado la baja frecuencia y que las mismas apenas superan el valor crítico.

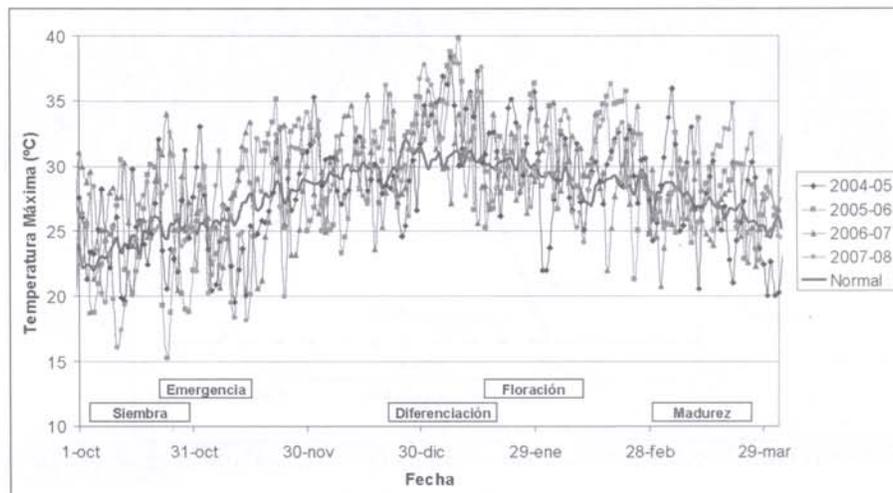


Figura 5. Evolución de la temperatura máxima diaria a lo largo del ciclo de cultivo para las campañas 2004-08 y la normal de 1971-08.

El frío provoca un daño en el grano de polen más que un daño sobre el estigma. Una disminución de la fertilidad de los granos de polen limita la polinización y lleva a la esterilidad de las espiguillas. La sensibilidad es máxima durante la microsporogénesis, cuando la panoja está embuchada, unos diez días antes de la floración. Las bajas temperaturas interfieren con la división del grano de polen de las células madres. El rango crítico de esterilidad es de 15 a 17 °C para los materiales tolerantes el frío y de 17 a 19 °C para los susceptibles. Por lo cual puede ocurrir alta esterilidad con temperaturas debajo de 15 °C en los tolerantes y debajo de 20 °C en los cultivares sensibles (Stenmetz, Año).

En el caso del efecto del frío se tienen en cuenta los llamados “grados día de frío” que para el arroz son:

$$GDF = \sum (22 - T_m)$$

donde  $T_m$  es la temperatura media diaria y 22 corresponde a la temperatura crítica. La sumatoria se realiza en el período de mayor sensibilidad de 0,75 a 1,2 DVS (20 días antes y a una semana luego de la floración).

La relación entre la esterilidad por frío ( $S_f$ ) y la sumatoria de grados día de frío (GDF) es:

$$S_f = 1 - (4,6 + 0,054 GDF^{1,56})/100 \text{ (Bouman, et al. 2001).}$$

Otra fórmula de cálculo es la propuesta por Shimono et al, (2006):

$$GDF = \sum (20 - T_m) W_{DVI}$$

En este caso toman una temperatura crítica de 20°C y lo afectan por un factor de peso del estadio fenológico  $W_{DVI}$  entre diferenciación ( $DVI=1$ ) y floración ( $DVI=2$ ). El factor  $W_{DVI}$  es once veces mayor en el estadio de panoja embuchada ( $DVI=1,57$ ) que en diferenciación y floración donde vale uno (Figura 6).

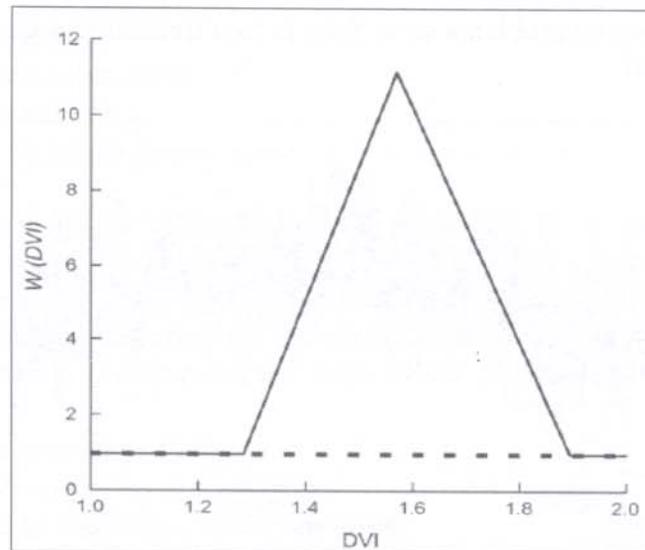


Figura 6. Diferencia entre la susceptibilidad a la esterilidad por frío durante el desarrollo de la panícula.

DVS 1 = diferenciación, DVS 2 = floración.

Si bien Shimono et al. (2006) encontraron una relación positiva entre la suma de grados de días fríos y el incremento de la esterilidad, la regresión explicó menos del 50% de los valores observados en distintos años. El efecto no explicado pudo ser atribuido en parte al efecto del frío en el período vegetativo. Ellos concluyen que el frío (menos de 18-19°C de media), en etapas tempranas vegetativas (30 días antes de diferenciación de panículas), hace más susceptible al arroz a la esterilidad por frío en etapas reproductivas. Si bien el mecanismo fisiológico no es conocido, marcan la necesidad de tener en cuenta el efecto del frío y la resistencia de los distintos cultivares en etapas tempranas. Este efecto podría ser importante en Entre Ríos en siembras tempranas dado que pueden registrarse temperaturas medias inferiores a las mencionadas algunos años.

Durante los días previos a la floración hacia fines del período (mediados de enero a mediados de febrero) se registran temperaturas mínimas por debajo de los 15°C que pueden provocar algún grado de vaneo o esterilidad de las espiguillas. En el sur de Brasil se han reportado pérdidas de rendimiento por el efecto del frío del 25 al 50%.

Desafortunadamente no existen registros o evaluaciones de pérdidas por esterilidad debido a frío en Entre Ríos. Sin embargo los daños son conocidos y temidos por los agricultores y técnicos de la zona. En la campaña 1999-2000, una extensa sequía que afectó el litoral, determinó que los cultivos de arroz tengan su emergencia hacia fines de año (Figura 7). Por esto, el período de floración se trasladó hacia fines de marzo y las pérdidas fueron notables. El rendimiento medio provincial fue de 4300 kg/ha cuando las medias provinciales del año anterior y siguiente fueron de 5800 a 5900 kg/ha, lo que representa una disminución del 25 %.

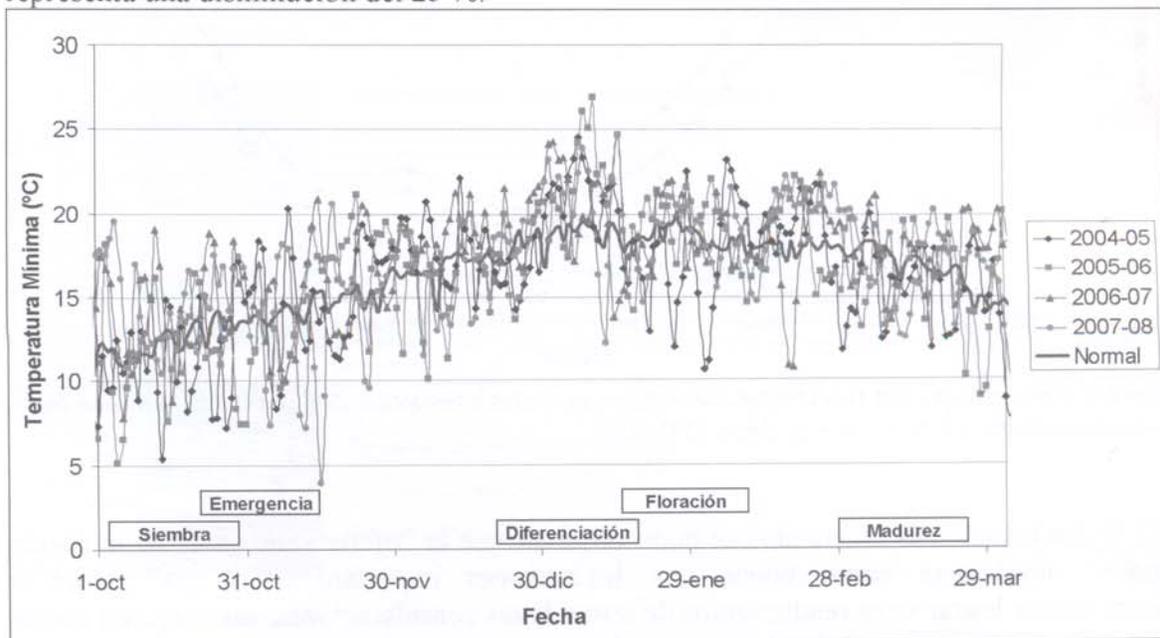


Figura 7. Evolución de la temperatura mínima diaria a lo largo del ciclo de cultivo para las campañas 2004-08 y la normal de 1971-08.

Un análisis de los modelos disponibles para estimar esterilidad, indica que en Entre Ríos la media de esterilidad por frío es muy baja dentro de las fechas de siembra normales

y que puede incrementarse cuando la floración se retrasa hacia fines del mes de marzo o abril.

Algunos autores consideran que debajo de 15 °C se producen daños o retrasos en el crecimiento del cultivo en las distintas etapas. Por esto en la figura 6 se presenta la frecuencia de días con temperaturas mínimas por debajo de los 15 °C (Steinmetz, 2004).

Como puede verse, es muy frecuente y probable que en siembras tempranas de septiembre a octubre se produzcan bajas temperaturas y se observen retrasos o daños en germinación y emergencia del cultivo. La frecuencia de días fríos decae linealmente hacia fin de año y el cultivo puede transcurrir su periodo reproductivo con baja probabilidad de daño por frío. El mes de enero es el que presenta menor frecuencia de temperaturas bajas (10 %) pero hasta la primera quincena de marzo es de esperar menos de 20 % de días con mínimas inferiores a 15 °C.

Floraciones posteriores al 15 de marzo en Entre Ríos corren serios riesgos de ser dañadas por eventos de frío.

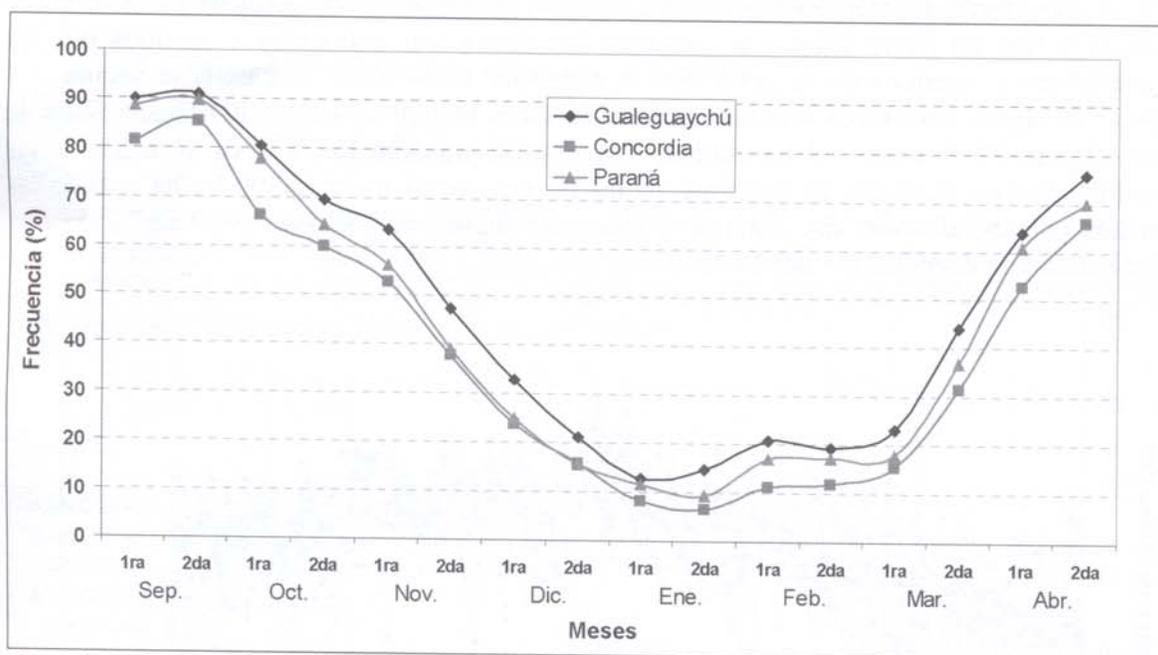


Figura 6. Frecuencia de días con temperaturas mínimas diarias inferiores a 15°C para cada quincena de los meses Septiembre a Marzo. Serie de datos 1971-2008.

En los análisis efectuados se pudo observar que la “oferta ambiental” de la región puede considerarse como buena, sin limitaciones importantes, lo que permitiría normalmente lograr altos rendimientos de arroz. Estas consideraciones, así como las que se podrá probar en el modelo de esta página, corresponden a condiciones ambientales normales y que surgen de las observaciones de los elementos meteorológicos considerados para un período de 37 años de registros.

De esta forma se modelizaron los parámetros ambientales y los requerimientos de las distintas variedades de arroz y están disponibles para su consulta en la página Web (Figura 7) a partir de tres modelos que simulan:

- Ciclo fenológico a partir de las sumatorias térmicas,
- Estimación de rendimientos, y
- Limitante en el rinde por frío.

En todos los casos es necesario seleccionar la variedad, la fecha de siembra y en el mapa la ubicación aproximada dónde se realizará el hipotético cultivo de arroz. Esto último selecciona automáticamente la Estación meteorológica del SMN más cercana y remite a la Base de Datos (BD) de los parámetros climáticos (1973-2008).

En la Figura 8 se observa el resultado que arroja para una consulta de el caso de la simulación del ciclo fenológico por sumatoria térmica.

Para la estimación de rendimientos, directamente el resultado es un cuadro donde se indica el rinde en kg/ha y la fecha en que se alcanzaría la madurez de cosecha.

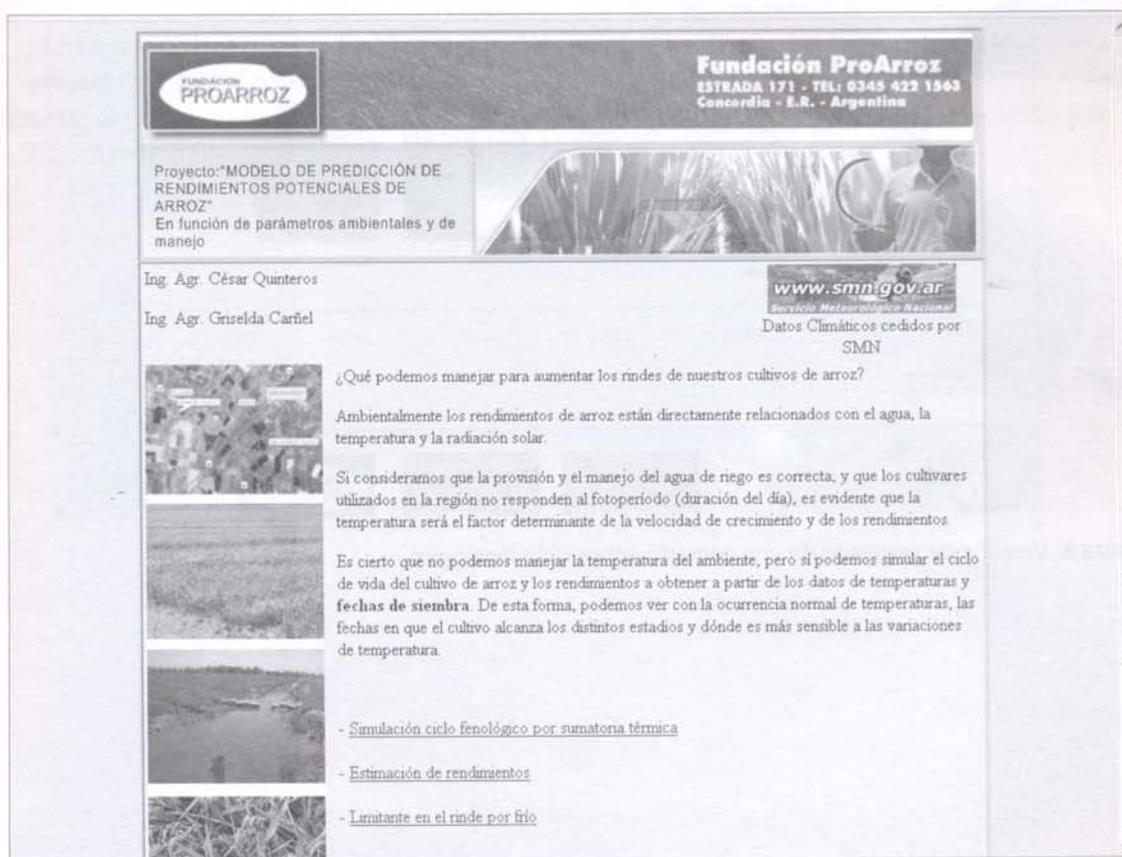


Figura 7. Página de inicio.

Vale aclarar que hasta el momento sólo se han implementado corridas del modelo que remiten a condiciones ambientalmente “normales” o estándares, ya que se está trabajando con datos climáticos.

Una próxima etapa sería la de poder utilizar estos modelos simples, con los datos meteorológicos en tiempo real. Para ello se está en conversaciones con el SMN a los efectos de poder contar con los datos diarios en forma operativa y vía Internet.

Proyecto: "MODELO DE PREDICCIÓN DE RENDIMIENTOS POTENCIALES DE ARROZ"  
En función de parámetros ambientales y de manejo



**SIMULACIÓN DEL CICLO FENOLÓGICO MEDIANTE SUMATORIA TÉRMICA** Volver

Para simular el ciclo fenológico del cultivo se tomó una temperatura base (tb) de 11 °C. La temperatura base es el umbral por encima de la cual el vegetal está en condiciones de realizar sus funciones fisiológicas, por lo tanto crece y se desarrolla.

Con estos parámetros, más los obtenidos empíricamente a campo acerca del comportamiento de las variedades más sembradas en la región, y los datos climáticos cedidos por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), se simula la ocurrencia de los diferentes estadios del arroz según la fecha de siembra y el cálculo de las temperaturas medias diarias, para la variedad seleccionada.

**Fecha de siembra:** 15-10  
**Estación Meteorológica:** Paraná Aero  
**Variedad:** Camba



Inicio Macollaje



Diferenciación Panícula



Hoja Bandera



Floración



Madurez

|                                       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Fecha</b>                          | 10-11 | 31-12 | 21-01 | 04-02 | 10-03 |
| <b>DDE</b><br>(días desde emergencia) | 21    | 72    | 93    | 107   | 142   |



FACULTAD DE CIENCIAS  
ASOCIACIONES - UNICEN



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE ENTRE RÍOS  
SISTEMAS



FUNDACIÓN  
PROARROZ

Figura 8. Ventana de resultado de una consulta sobre ciclo fenológico.

**BIBLIOGRAFIA**

- Boschetti, M; Bocchi, S.; Stroppiana, D.; Brivio, P. 2006. Estimación of parameters describing morpho-physiological features of mediterranean rice varieties. *Italian Journal of Agrometeorology* 3:40-49.
- Bouman, B.A.M.; Kropff, M.J.; Tuong, T.P.; Wopereis, M.C.S.; ten Berge, H.F.M.; van Laar, H.H. 2001. *ORYZA2000: modelin lowland rice*. Los Baños Philippines: International Rice Research Institute (IRRI) and Wageningen: Wageningen University and Research Centre. 235 p.
- Sheehy, J.E. ; Peng, S.; Dobermann, A.; Mitchell, P.L.; Ferrer, A.; Jianchang Yang; Yingbin Zou, Xuhua Zhong; Jianliang Huang. 2004. Fantastic yields in the system of rice intensification: fact or falacy?. *Field Crops Research* 88:1-8.
- Shimono, H.; Masumi, O.; Kanda, E.; Arakawa, I. 2006. Shimono Low temperature-induced sterility in rice: Evidence for the effects of temperature before panicle initiation. *Field Crops Res.* (2006), doi:10.1016/j.fcr.2006.11.010
- Steinmetz, S. 2004. Influencia do clima na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. En : *Arroz irrigado no Sul do Brasil*. EMBRAPA. P:45-74.



## SISTEMA DE RIEGO ALTERNATIVO PARA EL CULTIVAR PUITÁ INTA-CL – EVALUACIÓN EN LOTE DE PRODUCCIÓN

Arguissain G<sup>(1)</sup>; Pirchi H.J<sup>(1)</sup>, García Lucas.<sup>(2)</sup>

(1)EEA INTA C. del Uruguay, (2)Asesor Privado

### **Introducción**

En la Estación Experimental INTA Concepción del Uruguay, se vienen desarrollando desde la campaña 2000-2001 diferentes ensayos de riego tendientes a reducir la dotación de agua para el cultivo. Para diferentes riegos alternativos, se han evaluado diferentes germoplasmas, sistemas de control de maleza, respuesta al agregado de fertilizante nitrogenado, y niveles de agua aplicada, así como distintos momentos de provisión de la misma. Estos trabajos permitieron definir un sistema con cortes parciales del flujo de agua (CPFA), cuya premisa fue limitar el período de inundación a los momentos más críticos del cultivo, disminuyendo las pérdidas de agua, y realizando un mejor aprovechamiento del agua de lluvia. El ahorro en la dotación de agua llegó a niveles del orden del 40%. La utilización de variedades resistentes a herbicidas del grupo de las imidazolinonas, aportan una menor dependencia del agua para el control de malezas. La magnitud de respuesta al agregado de fertilizante en el sistema alternativo desarrollado, fue similar al sistema convencional de riego por inundación de 100 días.

El sistema se basa en iniciar la inundación en forma más tardía justo antes de la diferenciación del ápice reproductivo. Desde los 35 días post emergencia (momento de inundación en el sistema convencional) hasta el momento de diferenciación se establecen baños cuando a través de un sensor ECH2O el nivel de conductividad es del orden de 750 mV (aproximadamente 0.3 m<sup>3</sup> de agua por m<sup>3</sup> de suelo para los suelos de experimentación). El agua ingresa y permanece por 1 día en el paño a regar (en lotes con siembra directa y en donde se verifica compactación, se recomienda que la permanencia del agua y solo en el primer riego sea de 3 días en lugar de 1), luego el agua sobrante se deriva para regar los paños inferiores. Desde el momento de diferenciación hasta 15 días después de la floración el lote se debe inundar. Luego de los 15 días post-floración se implementan baños de igual forma que en el período inicial.

El cultivar que se recomienda para su implementación es Puitá INTA CL por su resistencia a imidazolinonas, que favorece un adecuado control de malezas.

Para la fertilización del cultivo se recomienda fraccionar la dosis en dos momentos, primera aplicación a los 35 días post emergencia y la segunda previo a la diferenciación justo antes de inundar.

Resulta necesario que esta técnica que fue desarrollada en condiciones experimentales, sea corroborada en lotes de producción.

### **Objetivo:**

Evaluar el nivel de productividad entre un sistema de riego convencional vs. el sistema con CPFA en un lote de producción comercial implantado con el cultivar Puitá INTA CL.

### **Materiales y métodos.**

La experiencia se desarrolló en la localidad de San Salvador, en un lote comercial perteneciente a la firma Smuckler sembrado con la variedad Puitá INTA CL. El suelo presentó un tenor de materia orgánica de 3.09%, 5.8 ppm de fósforo, y 0.14% de nitrógeno total. El área fue de 19.9 ha, implementando 12.45 ha con el sistema CPFA, y 7.45 ha con riego convencional.

La siembra se realizó el 22 de octubre de 2007, con fertilización de base con 60 kg/ha de fosfato diamónico. Se efectuó una corrección con zinc a razón de 180 g. i. a./ha. Se realizó una fertilización en macollaje a razón de 70 kg de urea/ha (19-12-07) y una refertilización en diferenciación con 75 kg urea/ha el 12-01-08.

Se dispusieron 4 sensores ECH2O a lo largo del área destinada al riego CPFA. Se dispusieron junto a los sensores, medidores indicadores del contenido hídrico que operaban con una luz roja con intermitencia cada 5 segundos si el contenido de agua en el suelo estaba por encima del umbral, al descender el contenido de agua en el suelo llegando al nivel crítico, la intermitencia de la luz roja cambiaba a 1 por segundo. Estos indicadores mostraban al aguador el momento que debía aplicar el baño.

La inundación en el sistema convencional se inició el 30-11-07 y en el sistema CPFA el 05-01-08.

Entre esas fechas el lote con el sistema CPFA recibió 3 baños y al cuarto se inundó.

### **Resultados y Discusión**

Los valores de rendimiento seco y limpio y rendimiento corregido por factor se muestran en el Cuadro 1

**Cuadro 1 Rendimiento seco y limpio, y rendimiento corregido por factor para los sistemas de riego ensayados**

| Sistema de riego     | Rendimiento seco y limpio (Kg/ha) | Rendimiento corregido a factor 100 (Kg/ha) |
|----------------------|-----------------------------------|--|
| Sistema convencional | 8035                              | 8606                                       |
| Sistema CPFA         | 8702                              | 9320                                       |

El sistema CPFA permitió obtener rendimientos similares a los del sistema de riego convencional. La diferencia observada del orden de 700 kg /ha puede resultar de la variación propia sitio experimental o bien estar asociado a una mayor mineralización de nitrógeno del suelo por un mayor tiempo de aerobiosis, esta última consideración es solo una hipótesis que debe ser corroborada, y se basa en que también bajo condiciones experimentales en 3 de 4 campañas este tratamiento presentó rendimientos levemente superiores al sistema convencional.

Está previsto realizar más comprobaciones del nuevo sistema en condiciones de campo en donde se pretende realizar una evaluación de la dotación total de riego.

El sistema abre nuevas posibilidades en cuanto a su condición de resultar menos impactante para el ambiente; sobre ello más allá de la reducción en el uso del agua se puede mencionar la mitigación en los niveles de producción de metano, aspectos que deben ser evaluados.



## ALTERNATIVA BIOLÓGICA PARA EL MANEJO DE LA PUDRICIÓN DEL TALLO (*Sclerotium oryzae*) EN ARROZ

Pedraza, MV<sup>1</sup>, Asselborn MN<sup>1</sup>, Cattaneo F<sup>1</sup>, Liberman CA<sup>1</sup>, Clemente GE<sup>2</sup>.

1 Área Arroz, EEA. CdU INTA. CC N° 6, CP 3260, C. del Uruguay, E. Ríos, Argentina.

2 Fitopatología EEA Balcarce INTA, CP 7620 Balcarce, Bs. As. Argentina.

vpedraza@concepcion.inta.gov.ar.

### RESUMEN

La Pudrición del Tallo (PT) es la enfermedad más difundida del cultivo de arroz en Argentina. La resistencia genética disponible y el control químico no son suficientes para su manejo. El objetivo del trabajo fue evaluar la eficacia de cepas de *Pseudomonas* fluorescentes (Pf) para el control de PT. Se realizaron aislamientos de Pf de Entre Ríos y de Chaco. Catorce aislamientos que demostraron efecto antagónico *in vitro* sobre *S. oryzae* en cultivos duales, fueron evaluados en microparcels en el campo. Se incluyeron 8 tratamientos: testigos con o sin patógeno; 2 formulaciones comerciales, 1 de Pf y 1 de *Trichoderma* spp.; Pf cepa P190 (U.I. Balcarce) y 3 tratamientos Pf (2 con mezcla de 6 aislamientos de Entre Ríos cada uno, y 1 con mezcla de 2 aislamientos de Chaco). Se realizaron 7 pulverizaciones, cada 7 días, con suspensión de Pf y de formulaciones comerciales, desde la inoculación del patógeno (34 días desde la siembra-dds). Se logró un desarrollo de plantas comparable a cultivos comerciales. Se evaluó el índice de grado de severidad (IGS, Yoshimura en Ou 1985) y la incidencia de PT (IE). Los tratamientos con Pf retrasaron el desarrollo de PT. Se detectó una disminución de IGS de 60-80% y 55%, a los 76 dds (principio de emergencia de panoja) y 94 dds (floración), respectivamente. Las disminuciones de IE fueron de 57-75% y 30% a los 76 y 94 dds, respectivamente. El uso de Pf sería una alternativa ecológicamente sustentable para el manejo integrado de la PT.

Se continúan los estudios en esta línea de investigación.

### INTRODUCCIÓN

La Pudrición del Tallo (PT) (*Sclerotium oryzae*) es la enfermedad más difundida del cultivo de arroz en Argentina. Se presenta en aprox. 60% de los lotes con una incidencia superior al 50%.

No existe resistencia completa a esta enfermedad y no se ha detectado variabilidad en la tolerancia de los cultivares comerciales argentinos. El control químico ayuda a disminuir su incidencia, pero su efecto no es suficiente para disminuir los daños si las condiciones ambientales son propicias para el desarrollo de la PT.

El objetivo del trabajo fue evaluar la eficacia de cepas de *Pseudomonas* fluorescentes para el control de *Sclerotium oryzae*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

1. Aislamiento de *Pseudomonas fluorescens* (Pf). Se realizaron aislamientos de Pf a partir de muestras de suelo de arroceras de Entre Ríos y de Chaco. Se eligieron lugares de muestreo donde no se habían presentado problemas de PT. Se realizaron diluciones seriadas y aislamientos en medio de cultivo diferencial King B.

2. Selección de potenciales biocontroladores *in vitro*. En el laboratorio, se realizaron cultivos duales en placas de Petri conteniendo medio Agar Papa Glucosado (APG) y Agar Nutritivo (AN). Se ubicó un disco de APG colonizado con *S. oryzae* cerca del borde de cada placa y cerca del extremo opuesto, se realizó un estriado de bacterias. Se incluyeron controles sin bacterias. Los cultivos se incubaron a 26°C y en oscuridad durante 15 días. Diariamente, se midió crecimiento de colonias de *S. oryzae*. Se identificaron las bacterias que habían provocado un retraso y/o inhibición del crecimiento de *S. oryzae*.

3. Evaluación de potenciales biocontroladores en microparcels en el campo. Catorce aislamientos de Pf seleccionados por su efecto biocontrolador *in vitro*, fueron evaluados en microparcels en el campo. Se construyeron piletas de 2.70 m largo x 1.25 m ancho x 0.35 m prof. En cada pileta, se ubicaron dos macetones de 0.85 m largo x 0.60 m ancho x 0.28 m prof. En cada macetón, se sembraron cuatro surcos de 0.80 m largo, distanciados 0.20 m del cv Cambá INTA-Proarroz. Se aplicó riego por inundación, desde principio de macollaje. Se utilizó media sombra a 1,2 m altura, para regular la temperatura del agua de riego

Los macetones fueron inoculados artificialmente con *S. oryzae* (Tabla 1). El patógeno fue cultivado en placas de Petri con Agar Salvado de Arroz. Se cosecharon los esclerocios y micelio, y se mezclaron con un soporte inerte (perlita agrícola). Se aplicaron 50 g macetón<sup>-1</sup> a los 34 y 64 dds.

Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones (bloques). Se evaluaron los siguientes tratamientos:

1. Testigo sin patógeno (**SIN\_Pat**) (sin inoculación artificial de *S. oryzae*)
2. Testigo con patógeno (**CON\_Pat**)
3. Cepa Pf de la Unidad Integrada Balcarce (**P190**)
4. Pf formulación comercial (**Pf\_com**)
5. *Trichoderma* spp. formulación comercial (**T\_com**)
6. Mezcla de 6 aislamientos de Entre Ríos, lote A\_EEA C. del Uruguay) (**M1**)
7. Mezcla de 6 aislamientos de Entre Ríos, lote B\_EEA C. del Uruguay) (**M6**)
8. Mezcla de 2 aislamientos de Chaco) (**M7**)

Tabla 1. Inoculación de *Sclerotium oryzae* y aplicación de los tratamientos: fechas, días desde la siembra (dds) y días desde la inoculación del patógeno (dip).

| Descripción                     | Fecha      | dds | dip |
|---------------------------------|------------|-----|-----|
| <i>Siembra</i>                  | 14/12/2007 | 0   |     |
| 1º Aplicación trat.             | 15/01/2008 | 34  | 0   |
| 1º Inoculación <i>S. oryzae</i> | 15/01/2008 | 34  | 0   |
| 2º Aplicación trat.             | 23/01/2008 | 42  | 8   |
| 3º Aplicación trat.             | 30/01/2008 | 49  | 15  |
| 4º Aplicación trat.             | 06/02/2008 | 56  | 22  |
| 5º Aplicación trat.             | 14/02/2008 | 64  | 30  |
| 2º Inoculación <i>S. oryzae</i> | 14/02/2008 | 64  | 30  |
| 6º Aplicación trat.             | 21/02/2008 | 71  | 37  |
| 7º Aplicación trat.             | 28/02/2008 | 78  | 44  |

Con excepción del tratamiento 1, todos los tratamientos se inocularon artificialmente con *S. oryzae* (Tabla 1). Los microorganismos de los tratamientos 3, 4 y 5 tienen capacidad antagonista reconocida con otros patógenos. Se utilizó una pileta por tratamiento y por bloque.

Los aislamientos de Pf de muestras de suelo se cultivaron en AN por 48 horas. Se realizaron suspensiones de bacterias en solución fisiológica, se agitaron durante tres horas, y se pulverizaron manualmente sobre las plantas y base de tallos. Los formulados comerciales de Pf y de *Trichoderma* spp. se aplicaron según dosis recomendada en marbete. Se realizaron siete pulverizaciones, cada siete días, desde la primera inoculación del patógeno (Tabla 1).

La unidad experimental fue conformada por 100 tallos (2 muestreos de 25 tallos en los dos surcos centrales de cada macetón). Se realizaron seis observaciones (Tabla 2). Se evaluó el número de plantas enfermas y la severidad de enfermedad según la siguiente escala propuesta por Yoshimura (en Ou 1985):

*Grado 1*: manchas pequeñas, superficiales, de color negro, que afectan las vainas inferiores.

*Grado 3*: infección leve; manchas más extendidas, con amarillamiento de vainas y láminas de hojas inferiores; tallos afectados superficialmente.

*Grado 5*: infección moderada; vainas y tallos afectados, con amarillamiento de las vainas y láminas de todas las hojas;

*Grado 7*: infección severa; el hongo penetra y coloniza los tallos interiormente, con formación de micelio y esclerocios;

*Grado 9*: infección muy severa con podredumbre y deterioro de los tallos, láminas y vainas de las hojas totalmente secas y panojas total o parcialmente vacías con quebrado y vuelco de plantas.

Se calculó la incidencia de enfermedad (IE) (proporción de plantas enfermas), y el índice de grado de severidad (IGS) de Yoshimura (en Ou 1985) modificado:

$$\text{Índice de Grado de Severidad: } IGS = ((0A + 1B + 2C + 3D + 4E)/4n) \times 100$$

n = Nro. total de tallos observados

A = % tallos sin síntomas

B = % tallos con grados 1 y 3

C = % tallos con grado 5

D = % tallos con grado 7

E = % tallos con grado 9

$$A + B + C + D + E = 100$$

Tabla 2. Observaciones de síntomas de Pudrición de Tallo: fechas, dds y dip (idem tabla 1), y estado de desarrollo del cultivo.

| Obs. | Fecha      | dds | dip | Estado                     |
|------|------------|-----|-----|----------------------------|
| 1º   | 20/02/2008 | 68  | 34  | Dif. panoja                |
| 2º   | 28/02/2008 | 76  | 42  | Dif. polen                 |
| 3º   | 07/03/2008 | 84  | 50  | Embuchado-ppio. floración. |
| 4º   | 17/03/2008 | 94  | 60  | Floración-ppio. llenado    |
| 5º   | 27/03/2008 | 104 | 70  | Grano pastoso-lechoso      |
| 6º   | 09/04/2008 | 117 | 83  | Fin de llenado             |

## RESULTADOS

Se logró un desarrollo de plantas semejante a cultivos comerciales, con un período de 90 días desde emergencia a floración, y las plantas llegaron a madurez con buen llenado de granos.

La inoculación artificial fue efectiva para reproducir la enfermedad. El testigo CON\_pat presentó mayor IE e IGS que el testigo SIN\_pat a los 42, 60 y 70 días posteriores a la inoculación del patógeno ( $P < 0.07$ ) (Figuras 1, 2 y 3).

Los tratamientos de biocontrol presentaron menor IGS a los 42, 60 y 70 días posteriores a la inoculación de *S. oryzae*. La disminución de IE con respecto al testigo (CON\_pat), se detectó a los 42 días posteriores a la inoculación de *S. oryzae* (Tabla 1, figuras 1, 2 y 3).

Los tratamientos T\_com, P\_com, M1 y M6 retrasaron el desarrollo de PT. Los tratamientos P\_com, M1 y M6 mantuvieron este efecto hasta los 104 días desde la siembra (llenado de granos-grano pastoso) (Figura 4).

## DISCUSIÓN

En el presente trabajo, se logró detectar efecto de control de *S. oryzae* con aislamientos de *Pseudomonas fluorescens*, tanto *in vitro* como en las microparcelas en el campo.

Según nuestros resultados, el principal efecto de los productos biológicos se manifestó en la severidad de la enfermedad, contemplada en el IGS (Figuras 1, 2 y 3). Por lo tanto, el biocontrolador afectaría la colonización de la planta por parte del patógeno, más que el desarrollo inicial de la infección.

La disminución de IGS detectada con los aislamientos M1 o M6 aplicados en solución fisiológica fue similar a la detectada con P\_com. Por lo tanto, se espera que una formulación adecuada de estos aislamientos, que mejore su persistencia y multiplicación en el cultivo, mejore aún estos resultados.

El uso de Pf sería una alternativa ecológicamente sustentable para el manejo integrado de la PT. Se continúan los estudios en esta línea de investigación.

## CONCLUSIONES

- La metodología utilizada para reproducir la enfermedad y evaluar efecto de control fue adecuada.
- Se detectó una disminución de IGS de 60-80% y 55%, a los 76 días desde la siembra (diferenciación de polen) y 94 días desde la siembra (floración), respectivamente.
- Las disminuciones de IE fueron de 57-75% y 30% a los 76 y 94 días desde la siembra, respectivamente.
- Los tratamientos de biocontrol retrasaron el desarrollo de la PT.

**Figuras 1.** Pudrición de Tallo registrada a los 76 dds, para los tratamientos (ver mat. y mét.), evaluados en micro-parcelas en el campo. A. Índice de grado de severidad (IGS): Análisis GLM:  $R^2$  0.68, CV% 20,  $P = 0.07$ ; y B. Incidencia de enfermedad (IE): Análisis GLM:  $R^2$  0.62, CV% 25,  $P = 0.06$ . Valores promedio de 2 macetones/trat/bloque y 3 bloques/trat. Letras iguales no difieren significativamente (LSD,  $\alpha$ : 0,10).

**Figura 2.** Pudrición de Tallo registrada a los 94 días desde la siembra para los tratamientos evaluados en micro-parcelas en el campo (ver mat. y met.). A. IGS: Análisis GLM:  $R^2$  0.75, CV% 21,  $P = 0.005$ ; y B. IE: Análisis GLM:  $R^2$  0.73, CV% 22,  $P = 0.002$ . Los valores son promedio de 2 macetones/trat./bloque y 3 bloques/trat. Letras iguales no difieren significativamente (LSD,  $\alpha$ : 0,05).

**Figura 3.** Pudrición de Tallo registrada a los 104 días desde la siembra para los tratamientos evaluados en micro-parcelas en el campo (ver mat. y mét.). A. IGS: Análisis GLM:  $R^2$  0.68, CV% 58,  $P = 0.003$ ; y B. IE: Análisis GLM:  $R^2$  0.71, CV% 29,  $P = 0.0001$ . Los valores son promedio de 2 macetones/trat./bloque y 3 bloques/trat. Letras iguales no difieren significativamente (LSD,  $\alpha$ : 0,05).

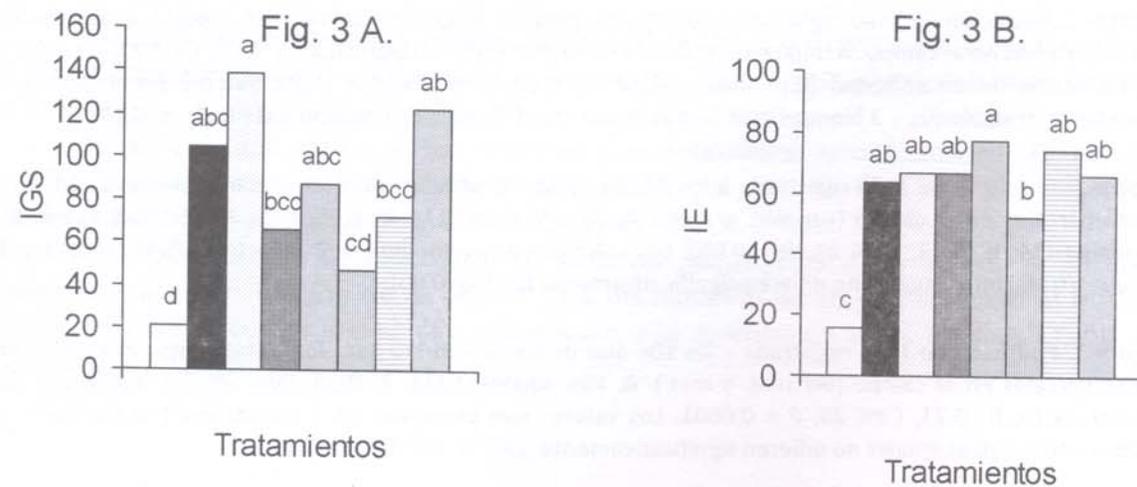
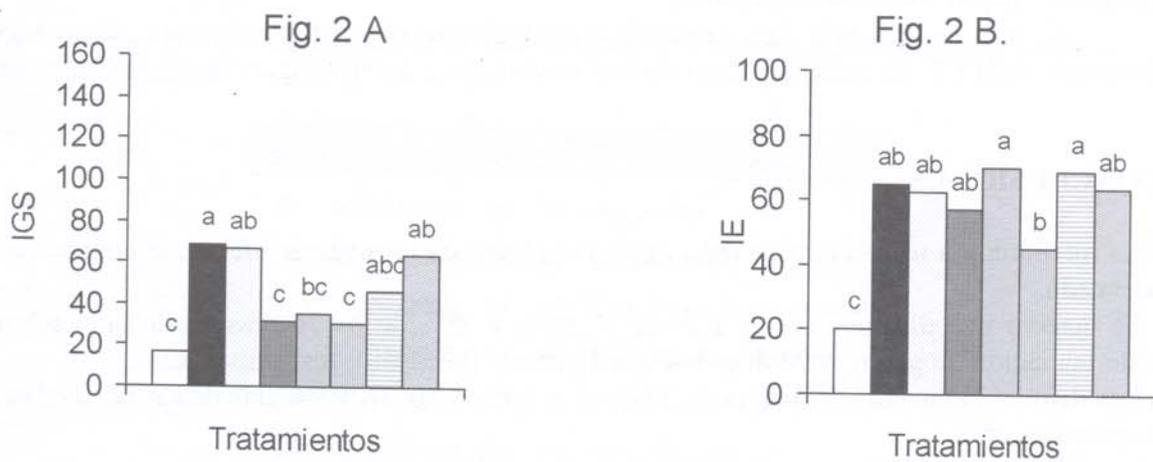
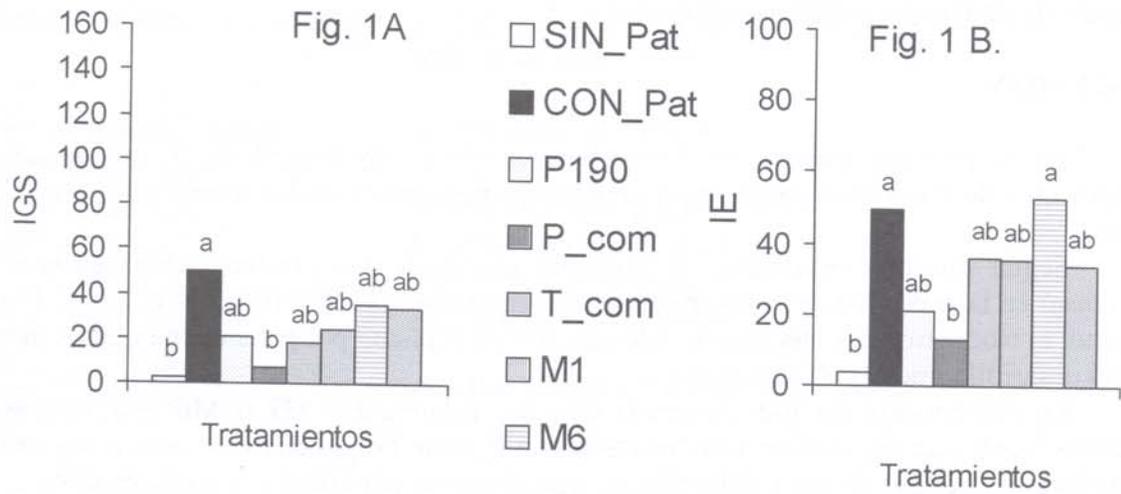
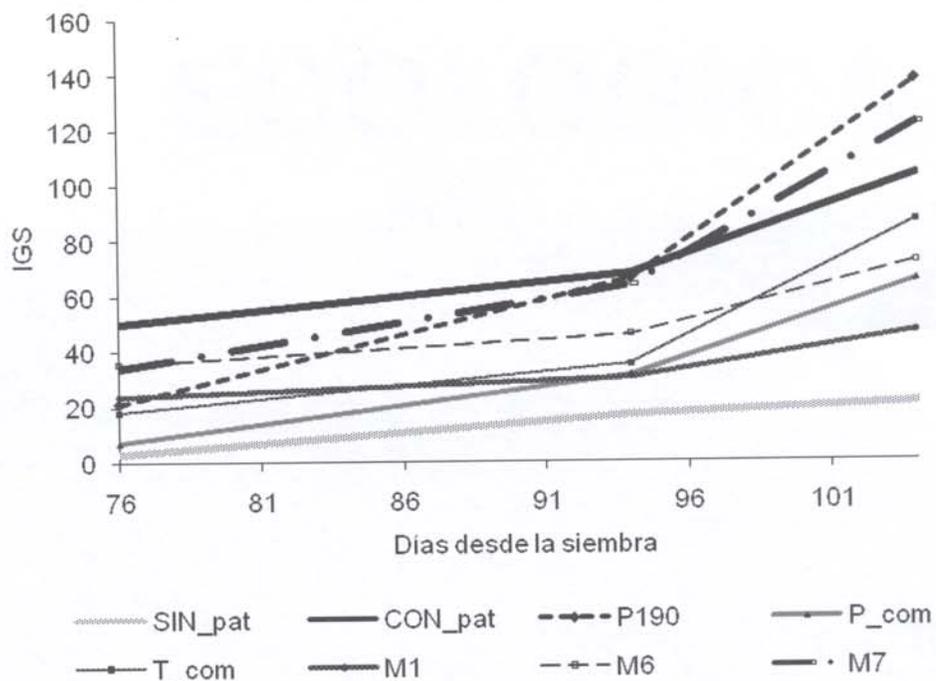


Figura 4. Progreso del índice de grado de severidad (IGS) de la Pudrición de Tallo registrada desde los 76 hasta los 104 días desde la siembra para los tratamientos evaluados en micro-parcelas en el campo (ver mat. y mét.).

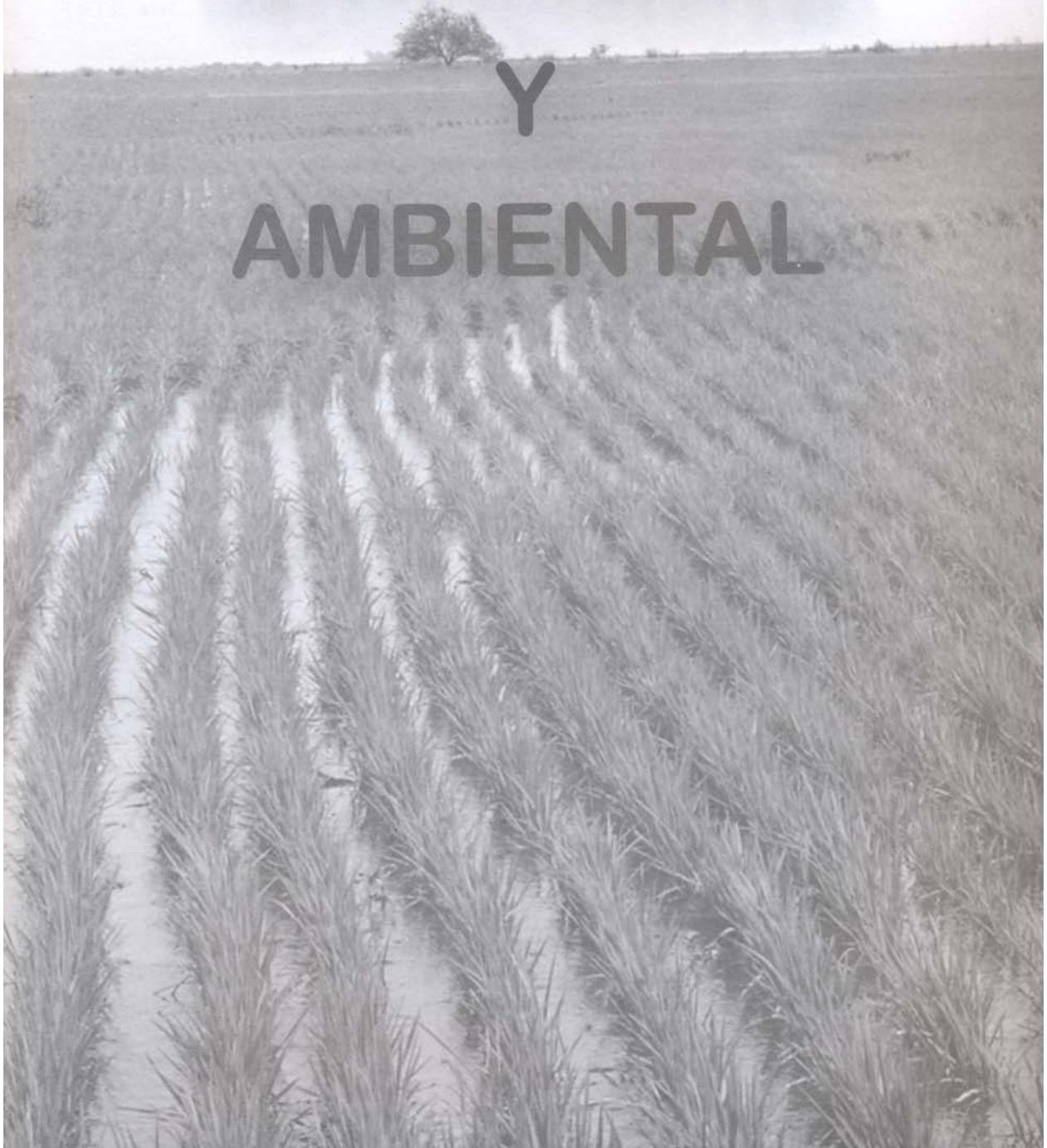
Fig. 4



Financiamiento: INTA, Fundación PROARROZ.  
 Resumen presentado en el Primer Congreso Argentino de Fitopatología- Abril de 2008.



**ESTUDIOS DE  
SUSTENTABILIDAD  
ECOLOGICA  
Y  
AMBIENTAL**





## ESTUDIO AMBIENTAL PRELIMINAR EN LA PRODUCCION ARROCERA IRRIGADA EN LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS

Argüello, Mario D. y Cristina B. Sanseverino.  
Consultores Externos de la FCA-UNER  
Alte. Cochrane 626  
(3100) Paraná. Entre Ríos.  
Email: sansear@arnet.com.ar

### INTRODUCCIÓN

La Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (WSSD) de Johannesburgo (2002) concluyó que: *“la diversidad biológica es fundamental para el bienestar humano, para los sistemas de vida y desarrollo, y para la integridad cultural de los individuos y de las sociedades y juega, al mismo tiempo, un papel fundamental en el marco del desarrollo sostenible y de la erradicación de la pobreza”*.

Se reconoce que la diversidad biológica agrícola está siendo afectada y que los agro-ecosistemas se están empobreciendo por las pérdidas en la diversidad genética.

Los arrozales son el hábitat de vida silvestre de especies, tales como: plantas, peces, reptiles, anfibios, moluscos, crustáceos, insectos, aves y microorganismos. Algunos de ellos juegan un papel fundamental como vectores de enfermedades, o bien actúan en el control biológico de vectores y plagas que causan enfermedades a las cosechas, a los animales o al hombre.

La diversidad biológica de las aguas en ecosistemas de arrozales necesita ser integrada en un amplio programa de desarrollo regional, nacional e internacional de manera que puedan ser diseñados e implementados planes tendientes a fortalecer la conservación y el uso sostenible de estos recursos.

### OBJETIVO

Identificar los principales impactos generados por la actividad arrocera, en la provincia de Entre Ríos.

### METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.), se define al Impacto Ambiental como: *“cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta*

*acción puede ser un proyecto, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales” (Conesa Fernández – Victoria, V 1997).*

Para el Estudio del Impacto Ambiental de las áreas arroceras se siguió los lineamientos de la Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental de V. Conesa Fernández - Victoria - 3 edición 1997, utilizándose una herramienta síntesis como la matriz de interrelación causa efecto, derivada de la matriz de Leopold y Battelle - Columbus, la que permite la identificación, valoración y análisis de la importancia de efectos ambientales presentes y futuros y sus interrelaciones con el medio social y natural.

Cuando el productor de arroz se prepara para la siembra, además de las variables relacionadas con la actividad debe tener en cuenta la relación entre el medio ambiente y las actividades propias del cultivo, pretendiendo minimizar los efectos de la actividad en el medio natural y maximizar los beneficios. Es decir, debe incorporar los aspectos ambientales al proceso productivo a partir del uso de los recursos, hasta la generación de productos y subproductos.

La gestión ambiental es el conjunto de lineamientos básicos que deben considerarse en cualquier actividad productiva, con el objeto de que se enmarque en la conservación del entorno natural, la eficiente utilización de los recursos, el aumento en la productividad y el cumplimiento de las normativas ambientales.

Gestionar sosteniblemente los ecosistemas agrícolas contribuye a ampliar sus funciones y se logra a través de la capacitación a los agricultores a fin de proteger la biodiversidad, permitir la retención de la humedad del suelo, reducir las escorrentías, facilitar la infiltración del agua, controlar la erosión, hacer uso responsable de productos químicos (fertilizantes, plaguicidas), eliminar y disponer los residuos, minimizando su impacto. Implementar programas que favorezcan las tareas de polinización, dispersión de semillas de plantas silvestres amenazadas, crear hábitat para el refugio de las distintas especies, aumentar los sumideros para la fijación del carbono, controlar la evolución de los ecosistemas a través de monitoreos de la calidad del agua y del aire.

## **MEMORIA DE LA MATRIZ DE IMPACTO**

### **a) Medio natural**

#### **Fauna y Flora**

Los sistemas arroceros sumergidos admiten ventajas y desventajas para el hombre como para el medio ambiente, que solo pueden manejarse a través de adecuadas prácticas agrícolas. Estos ecosistemas acuáticos presentan condiciones similares a los naturales, donde además del cultivo del arroz se desarrolla una variada flora y fauna.

Estos agrosistemas se comportan como singulares atrayentes para distintas especies del reino animal, donde además de albergue encuentran alimento. Sin embargo, los productos químicos, los residuos agrícolas y otros tipos de contaminación, pueden acumularse en suelo y/o la cadena trófica y producir pérdidas de especies de animales y plantas que no pueden sobrevivir en esas condiciones.

En la zona de arrozales de la provincia de Entre Ríos, se han detectado el 55 % de las especies de aves citadas para la provincia, además en estos ambientes se encuentran 42 especies de mamíferos del total de 77 registradas en Entre Ríos, 29 especies (64%) de los anfibios y de las 74 especies de reptiles descriptos para la provincia se han observado en los arrozales 43 (58%) (Muzachiodi, 2006).

Las represas artificiales asociadas con las producciones de arroz, pueden resultar beneficiosas por la creación de nuevos hábitat, en especial las que presentan un importante desarrollo de costa, con formación de zonas protegidas (bahías y penínsulas). Los árboles secos, dejados en el momento de llenado de los embalse favorecen el desarrollo de la vegetación acuática y palustre (Lallana, 2007).

En estos ambientes toma importancia el manejo del agua, dado que muchos presentan importantes zonas litorales, de bajas profundidad, y las oscilaciones pueden afectar el desarrollo de la vegetación en especial las flotantes libres, que necesitan agua permanente.

En las represas hay predominio de especies vegetales acuáticas (sumergidas y flotantes libres) y palustres, dentro de las primeras se encuentran *Potamogeton sp*; *Seratophyllum demersum*, *Cabomba caroliniana*. *Pistia stratiotes*; *Salvinia herzogii* y *Azolla caroliniana* (Lallana, 2007).

### Características de las áreas anegadas (Humedales)

Las áreas arroceras y los embalses para riego son considerados humedales de acuerdo con la **Convención sobre los Humedales** que los define como: "*las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros*".

Los humedales son a menudo un verdadero paisaje cultural, en el caso de los arrozales reflejan la estrecha relación existente con los seres humanos. Estos ecosistemas agrícolas sumamente productivos han hecho un aporte fundamental para el desarrollo y supervivencia de las poblaciones a nivel mundial.

Las terrazas arroceras de las Cordilleras Filipinas, se ajustan al contorno natural de

las laderas de las montañas, y son ejemplo de un paisaje vivo, en el que generaciones de campesinos han mantenido las terrazas durante más de 2.000 años, creando un paisaje cultural de tal belleza que en 1995 la zona fue declarada Sitio del Patrimonio Mundial.

Se debería fijar como criterio de manejo para estos humedales el uso racional, considerando como tal la definición de la tercera reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes, celebrada en Regina, Canadá, del 27 de mayo al 5 de junio de 1987, *“El uso racional de los humedales consiste en su uso sostenible para beneficio de la humanidad de manera compatible con el mantenimiento de las propiedades naturales del ecosistema”*.

Entendiendo por uso sostenible *“el uso de un humedal por los seres humanos de modo tal que produzca el mayor beneficio continuo para las generaciones presentes, manteniendo al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras”*.

Las propiedades naturales del ecosistema, se definen como *“aquellos componentes físicos, químicos y biológicos, tales como el suelo, el agua, las plantas, los animales y los nutrientes, y las interacciones entre ellos”*.

La agrobiodiversidad que expresan los humedales arroceros conforma el hábitat de una amplia variedad de organismos terrestres y acuáticos gracias a la presencia del agua. En algunas culturas se incrementa esta biodiversidad con introducción de plantas cultivadas, animales domésticos y acuicultura, los que garantizan el fortalecimiento de la cadena alimentaria e ingresos extras al productor.

Los campos de arroz son el nicho ecológico de enemigos naturales o predadores, que sirven para controlar los insectos nocivos y las plagas, reduciendo así la necesidad de pesticidas, los microorganismos intervienen en los ciclos biogeoquímicos, favoreciendo la fertilidad del suelo. La fauna íctica se alimenta de algas ayudando así a controlar su crecimiento.

### **Calidad del agua**

Generalmente la valoración económica que se hace del agua a menudo pasa por alto otras dos importantes dimensiones: los valores ambientales, como la función del agua en los ecosistemas, y los valores sociales, como la utilización del agua para producir alimentos.

La relación entre el agua y el arroz es significativa, los recursos hídricos son escasos, pronosticándose como insuficientes en las próximas décadas, por lo que su explotación económica deberá hacerse dentro de un marco sostenible en el tiempo.

Más del 90 % del arroz que se cosecha en el mundo crece en ambientes irrigados, alimentados por las aguas pluviales o profundas, y sirven de hábitat a una gran variedad de organismos acuáticos.

El desarrollo de la región trae aparejado también modificación de la calidad del agua, y como indica R. Margalef (1980) esto es el mejor indicador de lo que puede estar sucediendo en la cuenca, ya que expresa las tensiones (o estrés) recibida por los ecosistemas terrestres de la cuenca que drena. El estado de las aguas es la mejor expresión del estado de salud de los ecosistemas terrestres. Los ambientes acuáticos interactúan con los ecosistemas terrestres periféricos que ejercen tensión sobre los ríos y la contaminación de los cursos es un aspecto de la respuesta de los ecosistemas.

Las cargas contaminantes están relacionadas con la densidad poblacional en la cuenca y con su capacidad de transformación, por lo que se puede considerar que las tensiones de los ecosistemas están en función de la energía total utilizada o cambiada por unidad de superficie o bien, la relación entre el Producto Nacional Geográfico y la superficie.

Las fuentes de agua de riego en las dos principales provincias Argentinas productoras de arroz son diferentes. Mientras en Entre Ríos el agua de inundación proviene del recurso subterráneo, en Corrientes procede de cursos superficiales.

La provincia de Entre Ríos cuenta con unas 41.000 ha bajo riego, para la producción de arroz, utilizando como fuente de provisión principalmente las perforaciones profundas, que cubren la demanda de un 68% del total, el resto dispone de tomas de aguas en ambientes acuáticos superficiales, correspondiéndole un 8% a ambientes lóticos y un 24 % a ambientes leníticos antrópicos (represas).

Los estudios de los realizados por Diaz, et al (2007) indican diferencias importantes en la calidad del agua de acuerdo con el origen, las subterráneas presentan mayor salinidad, con valores de conductividad que oscilan entre un mínimo de 450  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y un máximo de 950  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , en tanto que las concentraciones de los embalses varían entre 459  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y 69  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Las primeras tienen mayor participación de sodio en el complejo de intercambio del suelo, por lo cual producen un aumento del riesgo de sodificación de los suelos de los arrozales.

La calidad del agua en los arrozales puede sufrir importantes transformaciones: incremento de la salinidad por evaporación y aportes de los suelos regados, incremento de nutrientes y presencia de biocidas o de sus metabolitos, las que en parte se eliminarán a los cursos próximos en el período de vaciado de la arrocera o llegarán a los cuerpos de agua por las pérdidas del sistema, influenciando su calidad.

En los últimos años se han realizados diversas evaluaciones para determinar el riesgo de contaminación por los biocidas utilizados en el control de plagas en los cultivos de arroz y su efecto en el ambiente, tanto en nuestra provincia como en Corrientes.

Diez Repetto (2007) realizó estudios para determinar la presencia de Agroquímicos Organoclorados y piretroides en sedimentos, en los cursos de agua de Corrientes, que reciben las descargas de las arroceras. Los parámetros evaluados fueron: Aldrin, Deldrin, Alpha-BHC, Beta-BHC, Delta-BHC, Lindane, 4-4 DDD, 4-4 DDE, 4-4 DDT, Endosulfan I y II, Endosulfan Sulfite, Endrin, Endrin aldehído, Heptachlor, Heptachlor epóxido, Methoxychlor, Cipermetrina, Deltametrina. Además se determinó la presencia de Glifosato y metabolito AMPA (ácido aminometilfosfónico) en agua.

De las siete muestras extraídas, una presentó trazas de Beta-BHC con una concentración de 0,0035 ppb. No se detectaron presencia de agroquímicos, ni glifosato en seis muestras analizadas.

En los estudios de Díaz, E. (2007) se extrajeron un total de ocho muestras de suelos y nueve de agua, para determinar la presencia de los siguientes compuestos: Alpha-BHC, Beta-BHC, Delta-BHC, Aldrin, Endrin, Deldrin, P.P' -DDT, P.P' -DDD, Heptacloro, Hept. Expori, Alfa-Clordano, Gamma-Clordano, Endosulfan I y II, Deltametrina, Alfametrina, Lambdacialotrina y Cipermetrina. No encontrándose ninguno de los mismos en agua. En dos muestras de suelo, se detectaron, concentraciones de 0,005  $\mu\text{g/g}$  Endosulfan I y 0,045  $\mu\text{g/g}$  de Heptacloro, para la primera y 0,008  $\mu\text{g/g}$  de Endosulfan I, en la segunda.

Además determinó la presencia de glifosato y metabolito AMPA en ocho muestras de agua y nueve de suelo, encontrándose concentraciones que superaron el límite de glifosato en cuatro muestras de suelo y AMPA en ocho muestras del mismo medio.

Existe una potencial probabilidad de contaminación de los acuíferos subterráneos por las inadecuadas construcciones de las perforaciones, que se estiman para la región entre 2.500 a 3.000 (Santi, M. 2006), las que pueden facilitar el ingreso de contaminantes a las aguas subterráneas, como por ejemplo combustibles de los tanque de reserva de los motores de bombeo, plaguicidas, fertilizantes y otros residuos.

Debido a que el arroz es el único cereal que resiste la inmersión acuática, la gestión del agua es la clave para crear un sistema de producción sostenible.

### **Piscicultura en arrozales**

La cría de peces en campos destinados a los arrozales es una de las prácticas antiquísima en China, data de más de 1.700 años, también es ampliamente utilizada en otros países como Malasia, Indonesia, Vietnam y Filipinas, en algunas zonas se producen camarones de agua dulce.

Las prácticas de cultivo de peces varían en las distintas regiones del mundo de acuerdo con el manejo de los cultivos de arroz y del número de cosechas anuales, estas prácticas presentan beneficios adicionales como el control de plagas, ejemplo de ello encontramos que la carpa común reduce en un periodo de tres meses hasta un 90 por ciento de la población de caracoles de la manzana amarilla, en particular los más jóvenes y otro impacto positivo lo constituye el control de insectos en estados inmaduros cuando las especies son larvíboras.

El Código de conducta para la Pesca Responsable de la FAO (aprobado en 1995), incluye asuntos relacionados con la pesca y acuicultura en arrozales, recomendando que *“los países miembros deberían promover el desarrollo sostenible de la diversidad biológica de las aguas en los ecosistemas de arrozales y que las medidas de gestión deberían fortalecer los recursos acuáticos vivos. Prestando mayor atención a la contribución nutricional de los organismos acuáticos como un medio de fortalecimiento de la seguridad alimentaria”*.

Las producciones logradas pueden tener varios destinos, como en el caso de los sistemas arroz-pezu practicados en las áreas irrigadas de Java Occidental, donde en general los peces producidos en los arrozales son principalmente alevines usados para el repoblamiento de sistemas de engorde, tales como jaulas flotantes de red y bambú, tanques de cemento con agua corriente y sistemas en canales de irrigación, según el sistema de producción. De acuerdo con el método de producción serán las dimensiones de los peces a sembrar y densidades. En la tabla siguiente se presentan datos de población y producción de peces.

| Sistema   | Dimensiones de siembra | Densidad de siembra (Nº/ha) | Producción (kg/ha) | Período de cría (días) |
|-----------|------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Minapadi  | 15-25g                 | 2 500-3 000                 | 100-200            | 60                     |
| Penyelang | 15-25g                 | 2 500-3 000                 | 70-100             | 30-40                  |
| Palawija  | 8-5 cm                 | 5 000                       | 200-300            | 60                     |
|           | 30-50g                 |                             |                    |                        |
|           | 50-100g                | 1 000-3 000                 | 300-800            | 60-70                  |

**Fuente:** FAO/ICLARM/IIRR Agro-acuicultura integrada: manual básico. FAO Documento Técnico de Pesca No 407. Roma, FAO, 2003. 159 p.

De acuerdo con los estudios del Centro de Desarrollo Pesquero del Ministerio De Agricultura y Ganadería de El Salvador, la Tilapia (*oreochromis sp*) entre los 90 y 120 días de vida puede tener un peso de 50 a 100 g. Esta especie fue introducida en Corrientes en la década del 1970

El sistema de arrozales en la provincia provee una superficie de 62.816 ha los cuales pueden ser utilizados para la cría de Tilapia, considerando una producción de 100 kg/ha (valor mínimo) se obtendría 6.281,60 toneladas por periodo de cultivo. Además de estos ambientes hay que considerar los embalses para riego que tienen una superficie total de 9.412,98 ha, los cuales pueden llegar a tener agua todo el año, por lo que pueden ser utilizados para mantenimiento de los reproductores.

La 9ª Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971). Realizada en Kampala, Uganda (2005) en su texto de la Cuestión 2: El cultivo de arroz; expresa que “en muchos sitios Ramsar se cultiva arroz, y hay grandes posibilidades de aumentar el rendimiento de esas zonas mediante sistemas de “arroz + peces” en esos y otros humedales en los que se cultiva arroz, se debería analizar más a fondo y documentar la importancia que tiene para la pesca el cultivo de arroz en sitios Ramsar y se debería promover una combinación más eficiente de prácticas de aprovechamiento mediante “arroz + peces”.

### **Generación de Gases Efecto Invernadero (GEI)**

Los principales GEI, son de origen natural y resultan esenciales para la economía mundial e integran una parte fundamental de la vida moderna. Entre estos encontramos: el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ); el metano ( $\text{CH}_4$ ); los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y el ozono ( $\text{O}_3$ ).

Los arrozales anegados producen, aproximadamente, entre el 20 y 25 % de las emisiones de metano provenientes de las actividades humanas. El arroz crece en campos inundados o irrigados, durante gran parte de la estación de crecimiento, las bacterias y otros microorganismos en el suelo de los arrozales descomponen la materia orgánica y producen metano.

La ganadería también genera gases efecto invernadero, principalmente metano y óxidos de nitrógeno, procedentes de la fermentación entérica y del manejo de estiércol.

De acuerdo con los cálculos realizados para estas actividades en el área de estudio, la ganadería genera un total de 334.938 toneladas anuales equivalente de  $\text{CO}_2$  (incluye metano y óxidos de nitrógeno de la fermentación entérica y el manejo del estiércol), en tanto que los arrozales generan 263.827 toneladas equivalentes de  $\text{CO}_2$  (por el metano de la descomposición anaeróbica).

Otra fuente de generación de gases efecto invernadero es la obtención de agua para riego a través de perforaciones profundas (Argüello y Sanseverino, 2006), la práctica de extracción con bombas individuales con motores a combustión interna genera una emisión

de 42.143 toneladas de CO<sub>2</sub>, 60,6 toneladas de material particulado, 705 toneladas de NO<sub>x</sub>, 141 toneladas de CO y 112 toneladas de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), considerando un consumo de combustible de 475 l/ha y 36.000 ha regadas con este sistema, la cual será reducida por la incorporación con motores accionados con energía eléctrica.

El riego a través de represas, en una superficie de 14.719 ha y con un gasto de 120 l/ha, permite la disminución del consumo de combustible de 5.593 m<sup>3</sup> de gas oil, (Sanseverino y Argüello, 2007). Esta reducción de combustible genera un beneficio ambiental de 13.784 toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que representa el 5,22 % de las emisiones totales, o el 22 % de las emisiones de las áreas regadas con perforaciones profundas.

Por lo que se puede estimar también que la construcción de nuevos embalses tendrá aparejado la disminución de un 22 % de las emisiones actuales considerando las zonas regadas con perforaciones profundas.

### **Generación de Residuos**

La capacidad del medio natural de procesar y reciclar desechos y residuos de las actividades productivas está seriamente amenazada. Los recursos vitales para la vida humana como: agua, aire y suelo, están enfrentando severos procesos de deterioro, que limitan las decisiones de la sociedad.

Los residuos agrícolas de origen orgánico son uno de los problemas a resolver por la agricultura en general, por este motivo, debe llevarse a cabo una gestión adecuada de los mismos. Aparte de procurar reducir su producción en origen, se ha de tratar de transformarlos en productos que se puedan utilizar posteriormente. El uso y manejo de los residuos de las cosechas se puede dar a través de procesos agroindustriales y/o implementación de campañas de educación y capacitación destinadas a quienes los manejan.

La acumulación de los residuos inorgánicos son una clara agresión al entorno paisajístico, además de potenciales contaminantes, los mismos deberán ser dispuestos según la normativa vigente en la zona de emplazamiento del emprendimiento.

Los envases con residuos peligrosos provenientes de distintos elementos químicos (fertilizantes y plaguicidas), aceites y residuos de hidrocarburos deben ser manejados, de acuerdo con la Ley nacional 24051 y los Decretos Reglamentarios y/o normas provinciales.

### **b) Medio Socioeconómico**

### **Producción de alimento**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el arroz es el alimento básico de más de la mitad de la población mundial, y constituye el 20% de la ingesta total de energía alimentaria de la humanidad. En Asia, más de 2.000 millones de personas obtienen del arroz y productos derivados entre el 60 y el 70% de la energía alimentaria que consumen a diario.

Se cultiva en 26 países de América Latina y el Caribe, pero la producción de esta región representa apenas el 4,3% del total mundial. La producción total nacional para la campaña 2006/07 fue de, aproximadamente, 1,074 millones de toneladas, en Entre Ríos la producción para el mismo periodo fue de 470.500 toneladas, representando el 43,77 % del total cosechado en el país.

La estimación provincial de áreas sembradas para la campaña 2007/08 es de aproximadamente 65.496,08 ha, la cual será un 2,46 % menor a la campaña 2005/06.

### **Generación de Empleo**

De acuerdo a la FAO, casi 1.000 millones de hogares de Asia, África y América obtienen de los sistemas productores de arroz su principal fuente de empleo y medios de subsistencia. El arroz es el alimento universal, en donde las distintas culturas tienen sus propios métodos de cosecha y alimentación, que unidas a otras tradiciones forman parte del patrimonio cultural mundial. Cerca del 80 % del arroz mundial, es producido por pequeños agricultores.

Se calcula que la ocupación de mano de obra en la provincia era de 1.250 personas en las chacras, como empleos directo para el año 2000/2001, en tanto que para la actividad del sector de molienda se estimó en 1995 que generaba un empleo directo cada 450 toneladas de arroz blanco producido. Estimándose un total de 1.351 puestos directos. Además se consideraba en 1995 que el empleo indirecto era estimativamente de 2.960 personas.

### **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo se desarrolló dentro del Proyecto: “Estudios de Evaluación Ambiental de la Cultura del Arroz en la Provincia de Entre Ríos” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER, financiado por la Fundación PROARROZ.

**BIBLIOGRAFÍA**

**Argüello M. D. y C. B. Sanseverino (2006).** “Beneficios Ambientales del Cambio de Fuentes de Energía para la extracción de agua de riego”. En el libro: “El Riego de Arroz por Perforaciones Profundas. Su reconversión Energética en Entre Ríos”. Editado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER.

**Carñel G. E. (2008).** “Estimación 2007-2008: Área sembrada con arroz en la Provincia de Entre Ríos”. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos. Fundación Pro Arroz.

**Diez Repetto, P. (2007).** “Monitoreo de Indicadores de Impacto Ambiental Vinculados al Cultivo de Arroz”. Informe de Avance del Trabajo de Pasantía. Asociación Correntina de Plantadores de Arroz.

**FAO (1995).** Código de Conducta para la Pesca Responsable.

**Lallana, V. H.; Muzzachiodi, N.; Elizalde, J.H.I.; Carñel, G.; Lallana Ma. Del C.; Sabattini, R.A. (2007).** “Vegetación Acuática y Avifauna Asociada a represas para Riego del Centro Norte de Entre Ríos”. En Evaluación Agrohidrológica de Represas para Riego. Editado por la UNER.

**Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. (2006).** “Informe Final Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la Republica Argentina”.

**Muzzachiodi, N. (2006).** “La Fauna silvestre en Ecosistemas Asociados con las Arroceras de Entre Ríos”. En El Arroz. Su Cultivo y Sustentabilidad en Entre Ríos. Tomo I Rene Benavidez Compilador. Editado por la UNER – UNL.

**Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura, Comisión Internacional del Arroz (CIR) (2006).** “Informe Final formas y medios para promover la acción internacional en materia de producción, conservación, distribución y consumo del arroz”. Perú.

**RAMSAR.** “Los humedales – un paisaje cultural. Los humedales y el patrimonio cultural”. Convención Sobre humedales.

**Sabattini, R.A.; Dorsch, F.; Victor Lallana, H.; Sione, S.M. (2006).** “Caracterización de los ecosistemas Acuáticos en Áreas Arroceras”. En El Arroz. Su Cultivo y Sustentabilidad en Entre Ríos. Tomo I Rene Benavidez Compilador. Editado por la UNER – UNL.

**Sanseverino Cristina B. y Mario D. Argüello. (2007).** “Evaluación Ambiental de los Humedales Antrópicos”. En Evaluación Agrohidrológica de Represas para Riego. Editado por la UNER.

**Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos – SAGPyA.** “Informe de la producción de arroz en Argentina”.

**RAMSAR (2005).** “Cuestión 2: El cultivo de arroz”. 9ª Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes de la Convención sobre los Humedales. Kampala, Uganda. Noviembre de 2005

**2da. Comunicación Nacional de la Republica Argentina (2006).** “Informe de la República Argentina a la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”.



## EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO EN ENTRE RÍOS.

Argüello, Mario D. y Cristina B. Sanseverino.

Consultores Externos de la FCA-UNER

Alte. Cochrane 626

(3100) Paraná, Entre Ríos.

Email: sansear@arnet.com.ar

### INTRODUCCIÓN

Estudios realizados a nivel mundial advierten que, en el transcurso del siglo se producirán cambios climáticos más rápidos que los acontecidos en la reciente historia de la tierra, los que modificarán las condiciones básicas que posibilitan la evolución de la vida en el planeta.

Los gases efecto invernadero (GEI) comenzaron a aumentar drásticamente a partir del siglo XIX como consecuencia de la Revolución Industrial y por los cambios en el uso de la tierra. Muchas actividades (industrial, agricultura, ganadería, transporte, uso de energías) que producen GEI resultan hoy esenciales para la economía mundial y forman una parte fundamental de la vida moderna. Los resultados, demuestran que el hombre tiene gran influencia en los acontecimientos climáticos y que el calentamiento global avanza.

En este sentido, los principales GEI - salvo los clorofluorocarburos (CFC), creados por el ser humano - son de origen natural: el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), también denominado óxido de carbono y anhídrido carbónico; el vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ); el metano ( $\text{CH}_4$ ); los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y el ozono ( $\text{O}_3$ ).

El dióxido de carbono proveniente de la quema de combustibles fósiles es la fuente individual más grande de emisión de GEI derivado de las actividades humanas.

El segundo GEI más importante, es el metano. Según la Agencia estadounidense de Protección Ambiental (EPA), el  $\text{CH}_4$  es aproximadamente 20 veces más eficaz para retener el calor atmosférico que el dióxido de carbono. La mayor parte de las emisiones de metano se relacionan con el ganado que producen la "fermentación entérica" de alimentos por parte de las bacterias y otros microorganismos en los tractos digestivos de los animales; otra fuente es la descomposición de estiércol animal. El ganado es responsable del 30% de las emisiones de metano provenientes de las actividades humanas.

Los arrozales anegados producen, aproximadamente, entre la quinta y la cuarta parte de las emisiones de metano provenientes de las actividades humanas. El arroz crece

en campos inundados o irrigados, durante gran parte de la estación de crecimiento, las bacterias y otros microorganismos en el suelo de los arrozales descomponen la materia orgánica y producen metano. Este cultivo se realiza en tierras anegadas, y representa más del 90% de toda la producción del cereal.

El uso de fertilizantes incrementa las emisiones de óxido nitroso. El nitrógeno, que contienen muchos abonos y fertilizantes minerales y orgánicos, aumentan los procesos naturales de nitrificación y desnitrificación que producen las bacterias y otros microorganismos en el suelo. Estos procesos convierten parte del nitrógeno en óxido nitroso. La cantidad de  $N_2O$  emitido por cada unidad de nitrógeno aplicado al suelo depende del tipo y la cantidad de fertilizante, de las condiciones del suelo y del clima.

El hombre ha creado un número de GEI eficaces y de larga vida para usos en determinados productos, como los clorofluorocarbonos (CFCs) que gracias al Protocolo de Montreal de 1987, relativo a Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono, las concentraciones atmosféricas de muchos CFCs se han estabilizado y se espera que disminuyan en las próximas décadas.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992, forma parte de una serie de acuerdos a través de los cuales los países de todo el mundo se están uniendo para enfrentar el problema. En donde, en un contexto mundial de crecimiento demográfico, competencia por el agua y los alimentos hace falta investigar e implementar nuevas formas de gestión medioambiental a fin de mitigar los impactos negativos sobre los ecosistemas y conseguir así, un desarrollo sustentable.

La agricultura de regadío contribuye en gran medida al aprovisionamiento alimentario del mundo. El arroz es el alimento básico del 60% de la población mundial y se cultiva en el 35 % de la superficie regada.

La provincia de Entre Ríos es una de las primeras productoras de arroz del país, contando con una superficie de 62.816 ha sistematizadas para su cultivo, las cuales según las condiciones climáticas deben ser regadas entre los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero, en promedio 100 días, bajo un manto superficial de agua de unos 20 cm del pelo de agua, el cual es mantenido en forma continua durante este periodo.

La principal fuente de agua para la producción de arroz, es la subterránea, a través de perforaciones profundas, que cubren la demanda de un 68% del total, el resto dispone de tomas de aguas en ambientes acuáticos superficiales, correspondiéndole un 8% a ambientes lóticos y un 24 % a ambientes leníticos antrópicos (represas).

## OBJETIVOS

- \* Cuantificar la generación de gases de efecto invernadero por la producción de arroz, considerando distintos manejos del agua.
- \* Comparar las emisiones de gases producidos en las áreas sembradas, con la generada por la ganadería, que es una de las actividades a la que están expuestos estos suelos, en los períodos que no se hallan en producción de arroz.

## METODOLOGÍA

Para el cálculo de la generación de metano en los arrozales se siguió la metodología propuesta por el IPCC que utiliza la siguiente ecuación:

$$F_c = S \times FES \times FFER \times FE$$

Donde:

**S** = superficie anual cosechada. Se calcula multiplicando la superficie cultivada por el número de cosechas anuales, que para este caso es de una cosecha por año.

**FES** = Factor de escala para las emisiones de metano en los ecosistemas arroceros, con relación a los campos anegados continuamente (sin fertilizantes orgánicos).

**FFER** = Factor de conversión para fertilizantes orgánicos.

**FE** = Factor de emisión de metano integrado para la estación de la cosecha, en  $g/m^2$ .

Para determinar el factor de escala para las emisiones, se utiliza lo propuesto en la Tabla I

| <p style="text-align: center;"><i>Tabla I</i><br/> <b>FACTORES DE ESCALA PARA LAS EMISIONES DE METANO PARA LOS ECOSISTEMAS ARROCEROS<br/>           CON RELACION A LOS CAMPOS ANEGADOS CONTINUAMENTE<br/>           (SIN FERTILIZANTES ORGANICOS)</b></p> |                           |  |   |                 |
|---|---------------------------|--|---|-----------------|
| Categoría   | Subcategoría <sup>a</sup> |  | Factores de escala<br>(en relación con los<br>factores de emisión<br>para los arrozales<br>anegados<br>continuamente) |                 |
| Tierras altas   | Ninguna                   |  | 0   |                 |
| Tierras bajas   | De regadio                | Anegado continuamente                      |   | 1,0             |
|   |                           | Anegados<br>Intermitentemente <sup>b</sup> | Aereación<br>Sencilla   | 0,5 (0,2 – 0,7) |
|   |                           |  | Aereación<br>Múltiple   | 0,2 (0,1 – 0,3) |
|   | De secoano                | Anegadizos                                 |   | 0,8 (0,5 – 1,0) |
|   |                           | Expuestos a la sequía                      |   | 0,4 (0 – 0,5)   |
|   |                           | De aguas<br>profundas                      | Profundidad del agua: 50 – 100 cm   |                 |
| Profundidad del agua: > 100 cm  |                           |  | 0,6 (0,5 – 0,8)   |                 |

a Podrían definirse tres categorías para los ecosistemas arrozeros: pantanos, humedales salinos interiores o marismas mareales en cada subcategoría atendiendo a las mediciones de la emisiones locales.

b Se define como: >3 días de aereación durante el período vegetativo.

Nota: Por lo que respecta a los ecosistemas arrozeros en tierras bajas de regadío y anegados continuamente, el valor por defecto de las emisiones de metano integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales es de 20 g/m<sup>2</sup> (Véase tabla II) en el caso de suelos sin fertilizantes orgánicos. Para realizar la conversión a emisiones de metano procedentes de suelos con fertilizantes orgánicos, deberá aplicarse un factor de corrección de 2 (rango de 2 – 5) al ecosistema correspondiente para la categoría "sin fertilizante orgánico".

**FFER**= Factor de conversión para fertilizantes orgánicos, en caso de utilizar fertilizantes, el factor es 2

Para determinar el factor de emisión de metano se utilizó el propuesto por el IPCC que son los siguientes:

**Tabla II**  
**FACTORES DE EMISIÓN DE METANO INTEGRADOS PARA TOMAR EN CUENTA LAS VARIACIONES ESTACIONALES PARA EL ARROZ ANEGADO CONTINUAMENTE SIN FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN VARIOS LUGARES DEL MUNDO**

| País                          | Factor de Emisión Integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales FE <sup>a</sup> (g/m <sup>2</sup> ) | Bibliografía / Observaciones             |
|-------------------------------|---|--|
| Australia                     | 22,5  | NGGIC, 1996                              |
| China                         | 13 (10-22)  | Wassman et al., 1993 a                   |
| India                         | 10 (5-15)   | Mira et al 1996<br>Parashar et al., 1996 |
| Indonesia                     | 18 (5-44)   | Nugroho et al, 1994 a,b                  |
| Italia                        | 36 (17-54)  | Schütz et al., 1989 a                    |
| Japón                         | 15  | Minami, 1995                             |
| República de Corea            | 15  | Shin et al., 1995                        |
| Filipinas                     | (25 – 30)   | Neue et al, 1994; Wassman et al, 1994    |
| Tailandia                     | 16 (4-40)   | Towpryaoon et al, 1993                   |
| EEUU (Texas)                  | 25 (15-35)  | Sass y Fisher, 1995                      |
| Media Aritmética <sup>b</sup> | 20 (12-28)  |  |

a Se reconoce que los factores de emisión presentados en la Tabla II tendrán que ser periódicamente a medida que se disponga de información más exacta. Sin embargo, estas cifras representan la mejor información disponible hasta la fecha de la compilación.

b La media aritmética del factor de emisiones integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales, FE, se deriva de los valores indicados en la Tabla II. El rango de valores para los factores de emisión es la desviación estándar alrededor de la media.

En la campaña 2000 - 2001, la superficie cosechada en la provincia de Entre Ríos fue de 62.816 ha, utilizando un factor de escala de 1 correspondiente a campos anegados continuamente, sin la utilización de fertilizantes orgánicos y para una emisión de metano integrado, se considero un valor de 20 g/m<sup>2</sup>, media aritmética de la tabla N° II del IPCC, ante la falta de información en nuestro país. En función de estas variables, se calcula que la emisión de la zona fue de 12.563 toneladas de CH<sub>4</sub>.

El agua utilizada en la actividad es principalmente proveniente de perforaciones profundas, con un 68 %, siguiéndole las de represas con un 23,4 % y por último las tomas de agua de cursos superficiales (Cuadro 1). En los últimos años para la extracción de las aguas subterráneas profundas el productor agrícola utilizó principalmente bombes

individuales con motores de combustión interna, con las consecuentes emisiones de gases de efecto invernadero.

Cuadro 1

| Origen del agua | Ha       | %    |
|-----------------|----------|------|
| Perforación     | 43.841,5 | 69.8 |
| Represa         | 14.719,7 | 23.4 |
| Superficial     | 4.255,4  | 6.8  |
| Total           | 62.816,6 | 100  |

**Fuente:** Fainstein, Gregorio A.; E. L. Diaz y Duarte O. C. Estimación del Requerimiento de Agua del Cultivo de Arroz en Entre Ríos para la Campaña 2000 – 2001.

En la actualidad se han producido cambios en los sistemas de extracción, al sustituirse los motores de combustión interna individuales por motores eléctricos, lo que genera beneficios ambientales significativos, reduciéndose la actual generación por la quema de combustibles fósiles a 47.997 toneladas de CO<sub>2</sub>, 69,08 toneladas de material particulado, 803,3 toneladas de NO<sub>x</sub>, 160,6 toneladas de CO y 128,5 toneladas de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), teniendo en cuenta que se consumía 475 l/ha de combustible y que el área regada fue de 41.000 ha regadas.

Se realizaron estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero para riego con anegamientos intermitentes sencillos o múltiples, lo cual genera una notable disminución de los mismos. Los valores obtenidos fueron los siguientes:

CUADRO 2

| Uso del agua                      | Emisión (tn CH <sub>4</sub> ) |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Anegamiento intermitente Sencillo | 6.281                         |
| Anegamiento intermitente Múltiple | 2.512                         |

*GASES EFECTO INVERNADERO PRODUCIDOS POR LA ACTIVIDAD GANADERA*

*Más del 20% de aquellos que dependen de la agricultura, la forestación y la pesca, son primeramente dependientes del ganado para su subsistencia. La ganadería no solamente es uno de los sectores agrícolas de mayor crecimiento, sino, uno de los sectores con el mayor potencial de crecimiento, tanto en productos primarios como en valor agregado. Sin embargo, la ganadería es también el sector que representa la mayor amenaza para la salud humana a través de las enfermedades transmisibles de animales al hombre y un sector con grandes implicaciones para el medio ambiente. Los desafíos que enfrenta el sector están generando altos requerimientos y demandas insatisfechas en todos los temas de política y manejo sectorial, salud pública e implicaciones ambientales a nivel global y regional, implicaciones en el comercio y en el costo de los alimentos energéticos y proteicos, en la medida que se incrementa la demanda de estos para la alimentación animal”* FAO. Informe EEI, para 622.

En Argentina, la ganadería bovina es responsable del 95 % de las emisiones de metano entérico. Por lo tanto, la mitigación de estas emisiones pasa fundamentalmente por el manejo de este ganado.

El metano de la fermentación entérica en los herbívoros es una consecuencia del proceso digestivo, durante el cual los hidratos de carbonos se descomponen en moléculas simples que ingresan al torrente sanguíneo. La cantidad de metano producido depende del tipo, edad y peso del animal así como de la cantidad y calidad del forraje ingerido.

Estudios experimentales realizados en condiciones típicas de la ganadería argentina determinaron que los factores de emisión del ganado bovino para novillos en pastoreo sobre pasturas implantadas y fertilizadas es, en promedio, 177g CH<sub>4</sub>/día, y para pasturas naturalizadas y no fertilizadas, 160/162 g CH<sub>4</sub>/día.

Para determinar el aporte en la zona de estudio de los gases efecto invernadero producido por la ganadería se calculó la emisión de metano y óxidos de nitrógeno procedentes de la fermentación entérica y del manejo de estiércol, para lo cual se siguió la siguiente metodología.

Se consideró una población de 0,8 vacunos no lecheros por ha (promedio de 0,7 a 0,9 eq/ha), determinándose un valor de 50.252 vacunos, utilizando un factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica de 161 kg CH<sub>4</sub>/cabeza/año. Obteniéndose un valor de emisión de 15.170 toneladas de CH<sub>4</sub>/año.

Luego, se calculó las emisiones de metano procedentes de los sistemas de manejo del estiércol, que obedece a su descomposición en condiciones anaeróbicas. Para ello se tomó la misma población de ganado vacuno, y se aplicó un factor de emisión de metano de 1 kg/cabeza/año propuesto por el IPCC para América Latina, obteniéndose un valor de 94,22 toneladas de metano/año. Siendo la emisión total de 15.264,28 toneladas de metano/año para el área en estudio.

Posteriormente, se procedió a la estimación de  $N_2O$  proveniente de los sistemas de manejo del estiércol, para lo cual se calculó primeramente la cantidad de Nitrógeno generado por el Sistema de Manejo del Estiércol, considerando una población de 50.252 vacunos no lecheros, un valor de excreción de nitrógeno de 40 kg/animal/año, valor por defecto del IPCC, un porcentaje de N en el estiércol, producido por el manejo del mismo de 99 %, correspondientes a praderas y pastizales, de los valores por defecto para distintas regiones del mundo. Esto da 1.990 toneladas de nitrógeno excretado. Este último resultado se multiplica por el factor de emisión de  $N_2O$  para el sistema de manejo (0,02 para praderas y pastizales) y posteriormente por la relación de conversión 44/28 para obtener el total de las emisiones, que fue de 62,64 toneladas de  $N_2O$ .

## CONCLUSIONES

Vinculado al cambio climático global se prevé aumentos en la temperatura para los próximos años, y hay incertidumbre en cuanto a la tendencia en materia de precipitaciones, mientras que los casos extremos se incrementarían notablemente, todo ello incidirá sobre los sistemas agrícola ganadero en cuanto a desarrollo y rendimiento.

Según la Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 2006 *“Los eventos climáticos extremos que se han producido en las últimas décadas, han inducido a acciones parciales y autónomas de adaptación que requieren atención y planificación. En el caso del sector agropecuario, esta adaptación fue rápida y masiva, realizada por actores individuales, con consecuencias exitosas en ciertos aspectos y negativas en otros. Además de las incertidumbres sobre la evolución del clima, existen otras muy importantes sobre el desarrollo de la tecnología, de los procesos productivos y del sistema socioeconómico que se incrementan cuanto más lejano es el horizonte prospectivo.*

Para conocer las emisiones totales de los dos sistemas productivos y poder compararlos hay que transformar las emisiones a  $CO_2$  equivalente, en función del potencial calentamiento, de los distintos compuestos emitidos, para lo cual se utiliza los valores del Cuadro 3.

CUADRO N° 3

| POTENCIALES DE CALENTAMIENTO GLOBAL DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO |                  |                                   |
|--|------------------|-----------------------------------|
| Gas  | Fórmula química  | Potencial de Calentamiento Global |
| Dióxido de carbono   | CO <sub>2</sub>  | 1                                 |
| Óxido nitroso  | N <sub>2</sub> O | 310                               |
| Metano   | CH <sub>4</sub>  | 21                                |
| HFC-23   | CHF <sub>3</sub> | 11.700                            |
| Hexafluoruro de azufre   | SF <sub>6</sub>  | 23.900                            |

**Fuente:**

Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental Informe Final Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la Republica Argentina

De la transformación obtenemos que en la zona de estudio la emisión de CO<sub>2</sub> equivalente es de:

| SISTEMA PRODUCTIVO |                                      | CH <sub>4</sub><br>(Toneladas) | N <sub>2</sub> O<br>(Toneladas) | CO <sub>2</sub><br>equivalente<br>(Toneladas) |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|
| ARROZ              | Anegado continuamente                | 12.563                         |                                 | 263.827                                       |
|                    | Anegamiento intermitente<br>Sencillo | 6.281                          |                                 | 131.913                                       |
|                    | Anegamiento intermitente<br>Múltiple | 2.512                          |                                 | 52.765  |
| GANADERÍA          | Fermentación y Estiércol             | 15.264,28                      |                                 | 320.550,04                                    |
|                    | Estiércol                            |                                | 62,54                           | 19.388,39                                     |
|                    | Total                                |                                |                                 | 339.938,44                                    |

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que la producción de arroz en campos anegados permanentemente, genera menos emisión de CO<sub>2</sub> que la producción ganadera. La producción en los campos con anegamiento intermitente sencillo y con anegamiento intermitente múltiple, generan mayores beneficios ambientales. Por lo cual toma importancia la realización de estudios para determinar la factibilidad de producir un cambio en las prácticas de cultivos.

Además, se debería implementar estudios tendientes a determinar la generación de gases de efecto invernadero en las arrocetas regadas por aguas subterráneas y por las que

utilizan aguas superficiales, ya que pueden producirse variaciones apreciables en las mismas.

Asimismo es importante la comparación de cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente generado por unidad de producción, considerando una producción de 7.500 kg/ha de arroz para la región, tenemos que por cada tonelada del mismo se generan 0,56 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. En cambio, la ganadería tiene una producción de carne de 175 kg/ha.año (promedio 150 – 200 kg/ha.año) produciendo una generación de 27,05 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, por tonelada de carne producida.

En lo referente a las consecuencias del cambio climático y a las políticas públicas que se lleven a cabo para mitigar los impactos, deben estar orientadas a minimizar los daños directos (sociales, económicos, ambientales) y a la implementación de programas que contemplen, prevención de riesgos, reposición de equipamiento, uso de tecnologías no contaminantes, aumento de los sumideros para restar emisiones, todo ello redundara en la sostenibilidad de los recursos naturales

## AGRADECIMIENTOS

**El presente trabajo se desarrolló dentro del Proyecto: “Estudios de Evaluación Ambiental de la Cultura del Arroz en la Provincia de Entre Ríos” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER, financiado por la Fundación PROARROZ.**

## BIBLIOGRAFÍA

**Argüello, Mario; Cristina Sanseverino (2006).** “Beneficios Ambientales del Cambio de Fuente de Energía para la extracción del agua de riego”. En *El Riego de Arroz por Perforaciones Profundas. Su renovación Energética en Entre Ríos*. Universidad Nacional del Entre Ríos. Pág. 125-130. 2006

**Carñel, Griselda E.; E. L., Diaz; O. C., Duarte; G. M. Wilson y L., Lenzi. (2006).** Identificación y Cuantificación de las Presas para Riego en la Provincia de Entre Ríos. En *El Arroz. Su Cultivo y Sustentabilidad en Entre Ríos*. Tomo II Rene Benavidez UNER – UNL. 2006.

**Coordinación de Energías Renovables - Dirección Nacional de Promoción. Secretaría de Energía de La Nación (2005).** “El Potencial de los Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos En la Republica Argentina” XX Conferencia Latinoamericana de electrificación rural Del 2 al 6 de mayo de 2005 – Cuenca, Ecuador.

**Duarte, Oscar; E., Díaz; C., Romero; A., Chajud; S., Rothman; L., Lenzi y A., Hillton (2007).** Evaluación Agro hidrológica de Represas de Almacenamiento para Riego de Entre Ríos.

**EPA-1997 (1997).** "Procedures For Preparing Emission Factor Office of Air Quality Planning and Standards Office of Air and Radiation". U.S. Environmental Protection Agency. November 1997

**Fainstein, G. A.; Díaz, E.L. y O.C. Duarte (2006).** Estimación del Requerimiento de Agua del Cultivo de Arroz en Entre Ríos para la Campaña 2000 – 2001. En El Arroz. Su Cultivo y Sustentabilidad en Entre Ríos. Tomo II Rene Benavidez UNER – UNL. 2006.

Final Draft Of International Standard ISO/FDIS 14064-1 STTF N78 R3

**Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental (2007).** "Informe Final Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la Republica Argentina". Convención del Cambio Climático

**Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. (1996).** "Guía Nacional de inventario sobre el efecto invernadero". Volumen 2.

**PROARROZ (2004).** "Costo de Producción: Arroz largo Fino". 2004

**Santi, M. (2006).** "Hidrogeología de la Zona Arrocerá Núcleo". En El riego de arroz por Perforaciones Profundas. Su reconversión Energética en Entre Ríos. E. Díaz, Coordinador. UNER. 2006.

**Sanseverino C. B. y M. Argüello (2007).** Evaluación Ambiental de los Humedales Antropicos. En Evaluación Agrohidrológica de Represas para Riego. Su estudio en Entre Ríos. Universidad Nacional del Entre Ríos. Pág. 193-201. 2007

**2da. Comunicación Nacional de la Republica Argentina (2006).** "Informe de la República Argentina a la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático".

**Tujchneider, O.; Pérez, M. A. ; D'Elía, M.; y M. París. (2006).** Recursos Hídricos Subterráneos En El Arroz. Su Cultivo y Sustentabilidad en Entre Ríos. Tomo I Rene Benavidez UNER – UNL. 2006.



## EVALUACION DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN SUELOS Y AGUAS CULTIVADOS CON ARROZ EN ENTRE RIOS

Díaz, E.<sup>1</sup>; L.L. Lenzi<sup>2</sup> y A. Perusset<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNER Ruta Provincial 11 km 10.5, (3101) Oro Verde, Entre Ríos. E-mail: ediaz@fca.uner.edu.ar.

<sup>2</sup> Centro Regional Litoral. Instituto Nacional del Agua. Pedro Cullen 6161. (3000) Santa Fe

<sup>3</sup> Becario. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNER Ruta Provincial 11 km 10.5, (3101) Oro Verde, Entre Ríos.

### INTRODUCCION.

El área arrocera provincial se ha ubicado tradicionalmente en la costa este de la provincia, entre los Ríos Uruguay y Gualedguay, desde el Norte del Dpto. Gualedguaychú en el límite sur, hasta el arroyo Moreira, en el Norte de Concordia. La mayor concentración de superficie sembrada se ubica en el triángulo formado por San Salvador, *Colon* y *Villaguay*. En general, se pueden distinguir tres áreas bien definidas de acuerdo a la zonificación del cultivo de arroz y que están dadas por el tipo de riego (Carñel, 2004). Zona 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, la zona Noroeste abarca el departamento de La Paz donde el riego se realiza con agua superficial, principalmente del arroyo Guayquiraró y la zona Centro-Sur donde el riego se realiza a partir de la extracción de agua de pozos profundos, Figura 1.



Figura 1. Área arrocera de Entre Ríos.

La sociedad ha internalizado que el uso agrícola puede llegar a producir efectos nocivos sobre la salud de la población por el uso de agroquímicos. En el caso particular del arroz, interesa conocer el efecto y la presencia de plaguicidas, dado que los productos aplicados sobre la arrocera pueden ser transportados hacia los cursos de agua o lagunas, el agua subterránea, a lo que se suma que es un cereal de consumo directo.

Entre otros autores que han tratado esta temática, merecen mencionarse a Natale et al. (2002) que realizaron un estudio a nivel cuenca en el área agrícola de Bigand, Provincia de Santa Fe. El herbicida atrazina se presentaría como el más persistente; siendo necesarios cerca de 200 días para que su concentración en el agua de escurrimiento y percolado se reduzca a  $1 \mu\text{g l}^{-1}$ . El herbicida glifosato, por su parte requiere sólo poco más de 100 días para reducir su concentración  $1 \mu\text{g l}^{-1}$  en el agua de escurrimiento y percolado, finalmente el proceso de degradación de los plaguicidas en el estrato superior del suelo de Bigand prevalece por sobre los procesos de escurrimiento superficial y subsuperficial y volatilización, para todos los plaguicidas prioritarios empleados. Esto explica la detección mayoritariamente nula de estos plaguicidas en el acuífero de Bigand, empleado como fuente de abastecimiento de agua potable y para ganado.

Diez Repetto (2006) analizando muestras de agua para análisis de Glifosato y AMPA en 6 muestras de la provincia de Corrientes de productores de arroz, no detectaron dicho herbicida y su metabolito. En lo que respecta a agroquímicos en sedimentos, en una sola muestra detectaron a nivel de traza la presencia de  $\beta$ -BHC, que de acuerdo a las aplicaciones no se corresponde a la actividad arrocera. En lo que respecta a la presencia de agroquímicos en grano, tan sólo en una de las muestras se ha encontrado trazas de Endosulfan (levemente superiores al límite de determinación del Instrumental Analítico).

La Tabla 1 presenta un resumen de los valores de referencia según el Decreto 831/93. (Decreto Reglamentario de la Ley 24.051 sobre régimen de desechos peligrosos), Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano (1993).

Tabla 1. Valores de Referencia. Decreto 831/93.

| Constituyente Peligroso       | $\mu\text{g/L}$ |
|-------------------------------|-----------------|
| ALDRIN                        | 0.004           |
| BHC- $\alpha$                 | 0.01            |
| BHC- $\beta$                  | 0.01            |
| BHC- $\Delta$                 | 0.01            |
| BHC- $\gamma$ (LINDANO)       | 0.01            |
| DDT                           | 0.001           |
| ENDOSULFAN- $\alpha$          | 0.02            |
| ENDOSULFAN- $\beta$           | 0.02            |
| ENDRIN                        | 0.0023          |
| HEPTACLORO EPOXIDO+HEPTACLORO | 0.01            |
| HEPTACLORO+HEPTACLORO EPOXIDO | 0.01            |
| METOXICLORO                   | 0.03            |

Marchezan et al. (2005) en el Río Vacacaí-Mirim (Brasil), tomaron 70 muestras, donde se constató la presencia de residuos de uno, dos o tres herbicidas, en el 46, 7 y 1% de las mismas. Los herbicidas 2,4-D, propanil y clomazone fueron los más encontrados, con residuos detectados en 13, 10 y 9 muestras respectivamente.

Turino Matos et al. (2004) estudiaron en el estado de Río Grande do Sul (Brasil), la curva de disipación de clomazone en el suelo y en el sedimento. En todos los tiempos muestreados, los residuos de clomazone se encontraron en el suelo y sedimento, con una variación de entre 11 a 63 mg l<sup>-1</sup> y de 8 a 11 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente. El mayor valor residual detectado en el suelo fue a los 10 días posteriores a la aplicación de clomazone (63 mg l<sup>-1</sup>). En el suelo, bajo condiciones aerobias, la degradación de clomazone es lenta, con una vida media que varía de 90 a 276 días. En sedimentos, fueron detectados niveles de 8,0 mg l<sup>-1</sup> después de 40 días. En suelos subtropicales, la riqueza de la diversidad microbiana y las condiciones climáticas, favorecen una disipación más rápida de clomazone. En el agua, los resultados de los análisis cromatográficos indican la presencia de clomazone para todos los tiempos de muestreo.

De Olivera Machado et al. (2005), a partir de estudios realizados en Brasil, mostraron resultados indicando que al final de la primera semana, la concentración de herbicidas en el agua de irrigación está por sobre el límite máximo adoptado por algunas agencias ambientales (hasta 3 mg l<sup>-1</sup>), excepto para propanil.

En general, la concentración de los herbicidas decaen con el tiempo de muestreo y varía con el producto usado. A partir de los 28 días no fue detectada la presencia de residuos de herbicidas en el agua. Los autores sugieren que para evitar la contaminación de cursos de agua, durante la labor de arroz irrigado debería retirarse el agua de riego luego de 28 días.

La Tabla 2 presenta los parámetros relativos a los efectos toxicológicos de los plaguicidas, EXTONEXT (1997).

**Tabla 2. PARAMETROS RELATIVOS A LOS EFECTOS TOXICOLOGICOS DE LOS PLAGUICIDAS.**  
Fuente: EXTOXNET (1997)

| PLAGUICIDA        | PARÁMETROS PERTINENTES A LOS EFECTOS TOXICOLOGICOS |                          |                          |                                |                                |                                 |                    |                         | NIVEL<br>GUIA DE<br>AGUA<br>POTABL<br>E OMS |
|-------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------|-------------------------|---|
|                   | LD50<br>ORAL<br>(mg/kg)                            | LC50<br>INHAL.<br>(mg/l) | LD50<br>DERM.<br>(mg/kg) | NOEL<br>CRÓNIC<br>O<br>mg/kg.d | NOEL<br>REPRO<br>D UC-<br>CION | NOEL<br>TERA-<br>TOGE-<br>NESIS | MUTA-<br>GENESIS   | CARCINO<br>G E<br>NESIS |   |
| Acetoclor         | 1700   | >3,85                    | >5000                    | 40                             | 30,4                           | 50                              | +                  | probable                |   |
| Acifluorfen (sal) | 1300   | >6,9                     | >2000                    |                                |                                | improba<br>ble                  | -                  | Datos<br>insufic.       | -   |
| Bentazon (sal)    | 400  |                          | 4000                     |                                |                                |                                 | D.insufic<br>iente | D.insuficien<br>te      | 30,0  |

|                           |       |       |       |                             |      |     |        |                       |     |
|---------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|------|-----|--------|-----------------------|-----|
| Cipermetrina              | 82    |       | 1600  |                             | 37,5 | 30  | -      | posible               |     |
| Clorpirifos               | 60    | >0,2  | 1000  |                             | 1    | 1,0 | -      | -                     |     |
| Deltametrina              | 21    |       | >2000 | 2,1                         | 2,5  | -   | -      |                       |     |
| 2,4 D                     | 320   |       | 1400  | 50                          | 50   |     | -      | Dudoso                | 30  |
| 2,4 DB                    | 370   |       | >2000 |                             |      |     | Dudoso | Dudoso                | 90  |
| Dicamba                   | 566   | >200  | >2000 | 25                          | 3    | -   | -      | -                     |     |
| Endosulfán                | 7,36  | 8     | 78    |                             | 2,5  | 2,5 | +      | -                     |     |
| Glifosato                 | 5600  | 5     | >5000 | 400                         |      | 50  | -      | -                     | 700 |
| mazetapir                 | >5000 | 3,27  | >2000 | 25                          | 500  | 300 | -      | -                     |     |
| lambda cialotrina         | 56    | 0,175 | 632   | 8,5                         | 30   | 30  | -      | -                     |     |
| Metolaclo                 | 1200  | >4,3  | >2000 | 15                          | 50   | 300 | -      | -                     | 10  |
| Metosulfuron<br>metil     | >5000 | >5    | >2000 | 25                          | 250  | 700 | -      | dudoso                |     |
| Micosulfuron              | >5000 | >5,9  | >2000 | 147                         | 287  | 93  | -      | -                     |     |
| Permetrina                | 430   | >23,5 | >2000 | 5                           |      |     | -      | No conclusiva         | 20  |
| Paraquat (sal)            | 48    | >20   | 23    | 1,25                        | 5    |     | +      | No conclusiva         |     |
| Quizalofop p (etil)       | 1182  | 5,8   | >2000 | 5                           |      | 300 | -      | -                     |     |
| Dimethion<br>Fenitrothion | 142   | 5     | >890  | Neurotoxicidad<br>retardada | 5    | 1   | -      | -                     |     |
| rifluralina               | >500  | >2,8  | >2000 |                             | 10   | 10  | -      | Datos<br>insuficiente | 20  |

## OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de herbicidas (Glifosato y sus metabolitos) y pesticidas órgano clorados y piretroides en suelos y aguas, en arroceras de la Provincia de Entre Ríos, bajo los tres sistemas de producción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo la toma de muestras de suelo y agua parcelas a nivel de productor, en el interior de las taipas, para determinar la concentración de Glifosato, ácido aminometilfosfónico (AMPA), plaguicidas órganos clorados y piretroides.

### **Toma de muestras de suelos y aguas**

Las muestras fueron colectadas en dos fechas, a mediados de Diciembre de 2007 y de Febrero de 2008. Para ello se seleccionaron lotes de productores arroceros, ubicados en la zona de La Paz abastecida con agua superficial (2 muestras), en el área de represas (3 muestras), y a partir de perforaciones, en la cuenca Superior del Río Gualeguaychú (6 muestras), y en los alrededores de las localidades de San Salvador y de General Campos (4 muestras).

Se seleccionaron lotes con taipas inundadas en las que se tomaron muestras de agua de 2000 cm<sup>3</sup> y de suelos de 100 gr, las que convenientemente envasadas (recipientes de vidrio para las muestras de aguas) y refrigeradas fueron llevadas en 24 horas al Laboratorio de Medio Ambiente del INTEC (UNL-CONICET).

Se tomaron 15 muestras, las que fueron referenciadas mediante navegador GARMIN en coordenadas geográficas

### **Metodología para estimar la presencia de Glifosato y AMPA.**

Para la determinación de la concentración de Glifosato y AMPA en aguas se aplicó la siguiente metodología analítica. La concentración para las aguas fue realizada en rotovapor, redisolución en fase móvil, mientras que para los suelos la extracción se realizó por partición sólida-líquida.

La identificación y cuantificación se realiza por Cromatografía Líquida de Alta Precisión, columna de exclusión iónica, derivatización pos-columna y detección por Fluorescencia. Los límites de detección en agua fueron de 0,2 µg l<sup>-1</sup> y en suelos 0,5 µg l<sup>-1</sup>.

Las determinaciones fueron realizadas en el Área de Medio Ambiente del Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química dependiente de la UNL y CONICET.

### **Metodología para estimar la presencia de órgano clorados y piretroides en suelos y aguas**

Las técnicas empleadas para los plaguicidas analizados se basan en extracciones con cloruro de metileno/hexano para las muestras de agua y acetona/hexano para las muestras de suelo, seguidas por concentración y “clean-up” en columna alúmina.

La identificación se realiza por cromatografía gaseosa, con dos equipos VARIAN, el modelo 3400 provisto con columna capilar DB-1017 y detector de captura electrónica y el Modelo 3700 provisto de una columna Megabore DB-5 y detector de captura electrónica.

El uso de este sistema combinado permite confirmar resultados positivos, se utilizan estándares certificados para la calibración de los equipos, la que se realiza antes de analizar cada grupo de muestras. La Tabla 3 presenta los clorados y piretroides analizados con su correspondiente límites de detección en suelos y aguas.

Tabla 3. Límites de detección de los plaguicidas.

| Plaguicida                           | Límite de detección ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) |          |
|--------------------------------------|--|----------|
|                                      | En agua                                      | En suelo |
| $\alpha$ , $\beta$ , y $\gamma$ -HCH | 0,004  | 0,002    |
| Aldrin                               | 0,003  | 0,002    |
| Endrin                               | 0,010  | 0,005    |
| Dieldrin                             | 0,009  | 0,004    |
| P,p-DDT                              | 0,015  | 0,007    |
| P,p-DDE                              | 0,012  | 0,006    |
| P,p-DDD                              | 0,016  | 0,008    |
| Heptacloro                           | 0,004  | 0,002    |
| Hept. Epoxi                          | 0,004  | 0,002    |
| $\alpha$ , y $\gamma$ -Clordano      | 0,010  | 0,005    |
| Endosulfán I y II                    | 0,006  | 0,003    |
| Deltametrina                         | 0,022  | 0,040    |
| Alfamestrina                         | 0,025  | 0,046    |
| Cipermetrina                         | 0,020  | 0,090    |
| Lambdacialotrina                     | 0,035  | 0,032    |

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinación de glifosato y AMPA en suelos y aguas.

En las muestras de agua no se detectó la presencia de Glifosato y el metabolito AMPA en niveles iguales o superiores a los límites de detección. En lo que respecta a suelos se detectaron, tanto para el Glifosato y el metabolito AMPA, valores en el orden de los límites de detección del equipamiento o muy cercanos a éstos (valores trazas), Tabla 4.

Tabla 4. Determinaciones de Glifosato y AMPA en suelos.

| Muestra              | Glifosato ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) | AMPA ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) |
|----------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| La Paz 1             | 0,09                               | 0,09                          |
| La Paz 2             | 0,11                               | 0,08                          |
| Los Conquistadores 1 | 0,10                               | 0,07                          |
| Los Conquistadores 2 | n.d.                               | 0,06                          |
| Los Conquistadores 3 | 0,08                               | 0,06                          |

|                  |      |      |
|------------------|------|------|
| San Salvador 1   | n.d. | 0,05 |
| San Salvador 2   | n.d. | 0,05 |
| San Salvador 3   | n.d. | 0,05 |
| General Campos 1 | n.d. | n.d. |
| Arroyo Barú 1    | n.d. | n.d. |
| Arroyo Barú 2    | n.d. | n.d. |
| Arroyo Barú 3    | n.d. | 0,07 |
| Arroyo Barú 4    | n.d. | 0,06 |
| San Marcial 1    | n.d. | 0,06 |
| San Ernesto 1    | n.d. | 0,07 |

*n.d.: no detectado*

### Determinación de órgano clorados y piretroides en suelos y aguas.

Salvo las muestras denominadas San Salvador 1 y San Salvador 2, en las que se detectaron una concentración de Edusolfán I de  $0,008 \mu\text{g l}^{-1}$ , en la primera, y de Heptacloro Epoxi ( $0,045 \mu\text{g l}^{-1}$ ) y Endusolfán I ( $0,005 \mu\text{g l}^{-1}$ ) en la segunda (valores cercanos a los límites de detección), en ninguna de las otras muestras se observaron resultados en niveles iguales o superiores a los límites de detección indicados en la Tabla 3.

Los resultados obtenidos a nivel de la provincia de Entre Ríos, en los tres ambientes, son congruentes con los obtenidos por Diez Repetto (2007) para la Provincia de Corrientes, donde las prácticas de manejo y las condiciones climáticas son similares.

### CONCLUSIONES

No se detectó la presencia de herbicidas (Glifosato y sus metabolitos) y pesticidas órgano clorados y piretroides, en suelos y aguas, en arrozceras de la Provincia de Entre Ríos, bajo los tres sistemas de producción, para la campaña 2007-2008.

Esto puede ser explicado, por que la concentración de los agroquímicos decaen rápidamente con el tiempo.

Ello lleva a concluir que la incorporación de los mismos al agua subterránea es improbable, debido al tiempo de tránsito requerido para alcanzar a la misma; y en lo que respecta al agua superficial, los posibles excedentes de agua de riego llegarían con niveles que no impactarían al sistema natural, debido a que se encontrarían por debajo de los límites aceptables.

# Fundación ProArroz

## Socios Fundadores

Agropecuaria Santa Inés S.A.  
Arroz El Grande P. Suen  
Asoc. de Ing. Agr. 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 Arroceros San Salvador  
Cooperativa Arroceros de Gualeguaychú  
Cooperativa de Arroceros Sarmiento de  
Concepción del Uruguay  
Cooperativa de Arroceros Villa Elisa  
Cooperativa San Martín de Los Charrúas  
Empresa Duval Flores  
Federación de Cooperativas Arroceras (FECOAR)  
Gobierno de la Provincia de Entre Ríos  
Industrias Villa Elisa S.A.  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)  
La Arroceros Argentina S.A.  
Lande, Jorge  
Loitegui S.A.  
Marcos Schmuckler S.A.  
Menéndez S.A.I.C.A.  
Molinos Arroceros del Litoral S.A.  
Molino Arroceros Entre Ríos S.A.  
Molino Arroceros La Loma S.R.L.  
Molino Arroceros Río Paraná  
Molino Arroceros San Huberto (Eloy Delasoie)  
Molino Centro S.R.L.  
Molino Río Uruguay S.R.L. (Juan A. Katich)  
Paso Bravo S.R.L.  
Pilagá S.A.  
Sequeira, Silvestre  
Sociedad Arroceros Mesopotámica Argentina (SAMA)

## Socios Benefactores

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