

# ¿Es posible incrementar los rendimientos de los productores de punta?

Ing. Agro. Enrique Deambrosi  
Coordinador Técnico Proyecto "Rompiendo el Techo de Rendimiento del Cultivo de Arroz"

## INTRODUCCIÓN

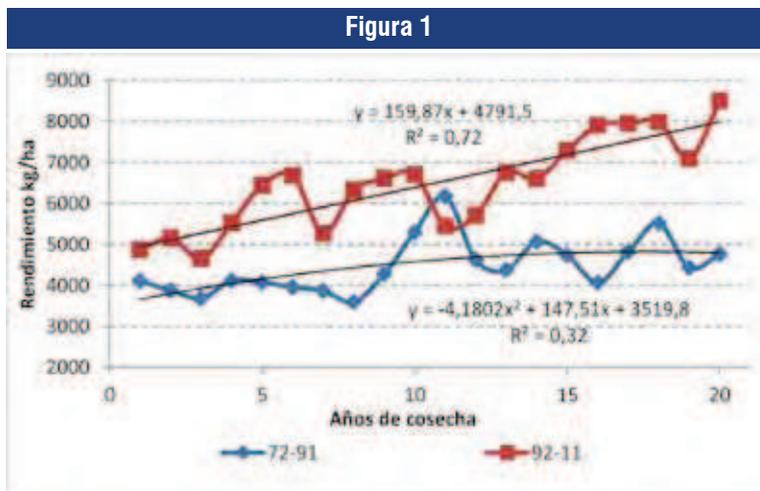
El cultivo de arroz junto con el trigo y el maíz proveen cerca de las 2 terceras partes de toda la energía de la dieta humana y 4 de los sistemas en que estos cultivos son producidos representan la base del suministro de alimento del mundo. En esos sistemas el rendimiento obtenido por unidad de tiempo y de superficie se ha incrementado en forma importante durante los últimos 30 años, como resultado de un manejo más intensivo del cultivo, utilizando germoplasma mejorado, mayor utilización de fertilizantes, producción de uno o más cultivos por año e irrigación. No obstante, al presente la tasa de aumento del potencial de rendimiento es mucho menor que el incremento esperado de la demanda (Cassman, 1999).

En los últimos 40 años la producción arrocería uruguaya se ha multiplicado por 13, habiéndose duplicado los rendimientos obtenidos por unidad de superficie e incrementado 6 veces la superficie utilizada. Si se comparan las evoluciones de la productividad en las mitades de ese período (1972 a 1991 y 1992 a 2011), se puede observar a fines de la primera etapa una tendencia de disminución de la tasa de incrementos,

mientras que en las 2 últimas décadas existió un aumento lineal de los rendimientos con un incremento promedio de 160 kg/ha/año, alcanzando en los últimos años un promedio de 7.900 kg/ha, el cual está al nivel de los más altos alcanzados internacionalmente (Figura 1).

Aspectos importantes que contribuyeron en la tasa de incrementos, fueron: una mejora general del manejo del riego y del control de malezas, posibilitado por los avances en la sistematización y nivelación de las chacras, logrados en la

Figura 1



década anterior; la mayor participación de la variedad El Paso 144 en el área de siembra a partir de 1994; el cambio de épocas de siembra, adecuando las fechas a los materiales genéticos utilizados, para un mejor aprovechamiento de las condiciones climáticas disponibles; el uso de glifosato y la reducción del laboreo; la liberación de la variedad INIA Olimar.

Sin embargo, la productividad máxima alcanzada por los productores de mayores rendimientos muestra un estancamiento, en aproximadamente 12.000 kg/ha, la que es similar a la obtenida a nivel experimental. Esto resulta en una paulatina reducción de la brecha entre el rendimiento potencial alcanzable en nuestras condiciones y el obtenido por la generalidad de los productores.

El incremento de los costos de producción registrado en los últimos años hace que los márgenes económicos de los cultivos con rendimientos por debajo del promedio, sean negativos, lo que hace mucho más crítica la necesidad de incrementar este potencial.

En el Grupo de Trabajo Arroz de INIA, se ha planteado en más de una oportunidad la necesidad de estudiar métodos o prácticas alternativas de manejo del cultivo, que permitan superar el actual techo de rendimientos existente.

### Potencial de Rendimiento

Según Evans (1993) se entiende como rendimiento potencial (Rp), el rendimiento de una variedad o híbrido de un cultivo, cuando crece bajo condiciones favorables sin limitantes de crecimientos referidos a agua, nutrientes, plagas y enfermedades. Los promedios de rendimiento de una región o país inevitablemente son menores que el rendimiento potencial, a veces en forma significativa, porque lograrlo requiere un manejo casi perfecto del suelo y del cultivo, factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de su ciclo de crecimiento.

De una forma más conceptual, el rendimiento potencial es un estado idealizado en el cual un cultivo crece sin limitantes biofísicas, distintas a aquellas que no son controlables como la radiación solar, la temperatura del aire y la lluvia (en sistemas dependientes de ella).

En algunos casos el (Rp) es estimado por modelos de cultivos que asumen un manejo perfecto y falta de todos los factores que reducen el rendimiento. Otro tipo de aproximaciones al mismo incluyen la búsqueda de rendimientos históricos registrados en Estaciones Experimentales, o rendimientos logrados en concursos de premios a productores ganadores. La combinación de modelos de simulación y validaciones a campo proveen una aproximación más robusta del potencial de rendimiento de una región, que usar cada método por su lado (Lobell, 2009).

### Proyecto “Rompiendo el Techo de Rendimiento del Cultivo de Arroz”

En 2013 se conformó una Alianza para la Innovación entre

el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Sector Privado, integrado para la oportunidad por la Asociación de Cultivadores de Arroz, la Gremial de Molinos Arroceros y COOPAR, y se redactó un proyecto a ser desarrollado en la zona Este del país, denominado “Rompiendo el Techo de Rendimiento del Cultivo de Arroz”, el que fue presentado a la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) para su co-financiación, y aprobado por ésta en agosto de ese año.

El objetivo general del mismo es generar tecnologías y prácticas de manejo integrado del cultivo que permitan incrementar al menos 10% la productividad respecto a la obtenida con la tecnología actualmente utilizada, por los productores del quintil (20%) superior de rendimiento.

Se entendió conveniente revisar en primera instancia el conocimiento de los productores pertenecientes a la franja superior, que obtienen la máxima productividad regional, para detectar cuáles son los factores o prácticas más importantes que contribuyen al logro de la misma.

Una vez identificados los factores que permiten alcanzar ese nivel de rendimientos como línea de base (Objetivo específico N° 1), en una siguiente etapa se buscará conceptualizar distintas alternativas que permitan superar ese nivel de rendimiento (Objetivo específico N° 2) y, posteriormente, evaluarlas en experimentos localizados en campos de dichos colaboradores durante dos zafras, en cuatro localizaciones de la zona Este (Objetivo específico N° 3). Ver Cuadro 1.

Aquellas prácticas que contribuyan a elevar el rendimiento respecto al alcanzado con la tecnología utilizada por los productores del quintil superior, serán validadas a mayor escala en una tercera zafra (Objetivo específico N° 4).

**Cuadro 1. Objetivos específicos**

Nº	Descripción
1	Identificar tecnologías y prácticas de manejo integrado del cultivo de arroz, asociadas a los grupos de productores pertenecientes al quintil superior de rendimiento.
2	Conceptualizar tecnologías y prácticas de manejo integrado del cultivo para superar el rendimiento de los productores pertenecientes al quintil superior de la Zona Este del país en un 10%.
3	Generar una propuesta económicamente viable de manejo integrado del cultivo de arroz para aumentar la productividad respecto a la obtenida por los productores del quintil superior.
4	Validar a escala productiva y transferir a la generalidad de productores la propuesta de manejo integrado del cultivo para alta productividad.

## Componente I.

Los molinos SAMAN, COOPAR S.A. y Casarone S.A., identificaron listas de sus productores remitentes que hayan integrado en al menos 3 de los últimos 4 años, el quintil superior de rendimientos de sus industrias. De acuerdo a ellas, en agosto-setiembre se entrevistó a 39 empresas arroceras (22 empresas productoras de Saman, 12 de Coopar y 5 de Casarone, respectivamente). En las entrevistas se manejó un cuestionario guía para recabar y posteriormente procesar información según diferentes ítems, tratando de cubrir en su conjunto el manejo general del cultivo.

En base a características ambientales resultantes de su localización (suelo, clima, sistemas de riego), se definieron 3 grupos de productores, que en adelante serán identificados como Treinta y Tres, Cebollatí e India Muerta, respectivamente. En el primero de los mencionados (Treinta y Tres) se integraron 15 productores que siembran en las zonas de Rincón (Tacuarí – Parao), La Charqueada y Séptima Sección de departamento de Treinta y Tres. En el grupo Cebollatí, se integraron 14 productores que siembran en alrededores de Cebollatí, Lascano y norte de Lavalleja. En el tercero (India Muerta) se agruparon productores del departamento de Rocha, que siembran en las zonas de India Muerta, San Miguel y San Luis.

En base a las entrevistas realizadas, el Comité Técnico integrado por representantes de INIA, ACA, GMA y COOPAR identificó 20 tecnologías de manejo integrado del cultivo de arroz asociadas a esos productores pertenecientes al quintil superior de rendimiento, y analizó en los tres grupos las frecuencias relativas de utilización de distintas opciones alternativas, dentro de cada una de dichas prácticas.

En el Cuadro 2 se presentan las opciones de respuesta más frecuentes obtenidas en los productores de cada uno de los tres grupos mencionados en relación a las 20 prácticas de manejo, que sirven para definir los testigos tecnológicos a ser utilizados en los sucesivos componentes del proyecto, en sus zonas respectivas.

En diciembre de 2013 se realizó un taller al que fueron invitados los productores encuestados y técnicos de las industrias involucradas, para poner en consideración las tecnologías propuestas en las 3 zonas. Se dividió a los asistentes en 3 grupos de discusión (dos de productores y uno de técnicos), y posteriormente en una sesión plenaria, un delegado de cada uno de ellos realizó una presentación de sus puntos de vista.

El Comité Técnico realizó una evaluación del taller mencionado, analizando las sugerencias recibidas en el mismo y consolidando la tecnología base que se utilizará para los siguientes componentes del proyecto.

**Cuadro 2. Testigos tecnológicos de las 3 zonas**

Nº	Tecnología	Grupo 1 Treinta y Tres	Grupo 2 Cebollatí	Grupo 3 India Muerta
	Superficie (ha)	300 - 500	100 - 300	100 - 300
1	Aplicación de glifosato previo a siembra	1 en primavera	1 en primavera	1 en otoño + 1 en primavera
2	Variedades	El Paso 144	El Paso 144	INIA Tacuarí
3	Fecha de siembra (comienzo)	Antes de 10.10	Antes 15.10	Antes 20.10
4	Laboreo de verano antecesor	Sí retorno corto	Sí sin pradera	Sí con pradera
5	Tipo de laboreo - siembra	Reducido / cero laboreo	Convencional	Convencional
6	Densidad de siembra kg ha <sup>-1</sup>	130	160	170 (Tacuarí)
7	Tratamiento de semilla	Sí fungicida + insecticida	Sí fungicida + insect.?	Sí fungicida + insect.?
8	Aplicación fertilizante basal	Antes de la siembra	Simultánea a siembra	Simultánea a siembra

9	Fertilización basal kg ha <sup>-1</sup>	10-15 N + 50-60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 20-30 K <sub>2</sub> O	19,8 N + 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 110 kg ha <sup>-1</sup> F. de amonio	19,8 N + 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 110 kg ha <sup>-1</sup> F. amonio
10	1ª Cobertura N – fuente época de aplicación	Urea en seco antes de inundación	Urea en seco antes de inundación	Urea en seco antes de inundación
11	Coberturas N – dosis urea y fraccionamiento	75 kg ha <sup>-1</sup> macollaje 50 kg ha <sup>-1</sup> primordio	60 kg ha <sup>-1</sup> macollaje 50 kg ha <sup>-1</sup> primordio	60 kg ha <sup>-1</sup> macollaje 50 kg ha <sup>-1</sup> primordio
12	Aplicación de herbicidas inmediato a siembra ( <i>glifosato + comazone</i> )	Sí	No	Sí
13	Aplicación de herbicidas en postemergencia	<i>penoxsulam</i>	<i>penoxsulam</i>	Triple mezcla <i>clomazone</i> + <i>quinclorac</i> + <i>propanil</i>
14	Fungicidas – 1ª aplicación preventiva / inicios floración	Sí	Sí	Sí
15	Fungicidas – 2ª aplicación si aparecen síntomas Brusone	Sí	Sí	Sí
16	Fungicida - producto	<i>tebuconazol + trifloxystrobin</i>	<i>tebuconazol + trifloxystrobin</i>	<i>tebuconazol + trifloxystrobin</i>
17	Intervalo vertical altura de taipas	3 – 6 cm baja	3 – 6 cm media	3 – 6 cm baja
18	Taipas época de construcción	Anticipada a la siembra	Inmediato a la siembra	Inmediato a la siembra
19	Época de inundación (dde)	25	30-35	30
20	Retiro de agua para cosecha	Sí – suspende riego y luego corta	Sí – suspende riego y luego corta	Sí – suspende riego y luego corta

### Componente 2.

Con un abordaje multidisciplinario e interinstitucional, donde participen investigadores de INIA y técnicos del equipo ejecutor de la industria y el sector productor, está previsto para fines de agosto 2014 conceptualizar prácticas de manejo que permitan superar el nivel de rendimiento alcanzado por los productores del quintil superior.

La propuesta alternativa de manejo, contemplará los lineamientos generales que caracterizan el sistema de producción arrocerero uruguayo que lo distinguen y lo valorizan en el comercio internacional.

### Componente 3.

En las dos primeras zafras de ejecución a nivel de campo, 2014-15 y 2015-16, se plantea la instalación de cuatro experimentos en predios de productores pertenecientes al quintil superior, para evaluar los efectos de la tecnología por ellos utilizada, en contraste con los producidos con la o las propuesta/s alternativa/s del proyecto.

Los experimentos serán conducidos por el equipo de investigadores, con la colaboración de los productores en cuyos predios se localizarán los mismos y de los técnicos de las industrias correspondientes.

Durante la evaluación se realizarán actividades de divulgación, como días de campo y jornadas de presentación de resultados para productores y técnicos en general.

#### **Componente 4.**

En la tercera zafra 2016-17 se plantea la validación de las tecnologías identificadas, con impacto en el rendimiento, a una mayor escala, con la finalidad de promover su difusión y adopción. Se instalarán parcelas de 10 ha (5 ha manejadas con la tecnología propuesta, en comparación a 5 ha con la utilizada por el productor), en 6 predios de productores del quintil superior.

A la finalización del tercer año de trabajo, se presentarán a técnicos y productores los resultados obtenidos, así como el análisis de la información generada.

#### **Referencias**

Below, F., Gentry, L., 2011. Producing 300 bushel corn sustainably. 2011 Fluid Fertilizer Foundation Forum. Scottsdale, AZ. Febrero 2011

Cassman, K.G., 1999. Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 96:11 p 5952-5959

Evans, L.T. Crop Evolution, Adaptation, and Yield. New York: Cambridge Univ. Press 500 p.1993

Lobell, D.B., Cassman K.G., Field, C.B. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. Annu. Rev. Environ. Resourc. 34: 179-204. 2009



**Preparación y nivelación de suelos**



**Taipas anticipadas a la siembra**



**Herbicida post emergencia temprana**



**Inundación temprana**

