

**inia**

**INSTITUTO  
NACIONAL DE  
INVESTIGACION  
AGROPECUARIA  
URUGUAY**



**ARROZ-SOJA:  
RESULTADOS  
EXPERIMENTALES  
2014-2015**

Agosto 2015

ACTIVIDADES  
DE DIFUSIÓN

**748**

INIA TREINTA Y TRES

# **ARROZ - SOJA**

## **Resultados Experimentales**

### **2014-2015**

**Agosto de 2015.**

# Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

## Integración de la Junta Directiva

**Ing. Agr., MSc., PhD. Álvaro Roel** - Presidente

**D.M.T.V., PhD. José Luis Repetto** - Vicepresidente



**Ing. Agr. Jorge Peñagaricano**

**D.M.V., MSc. Pablo Zerbino**



**Ing. Agr. Joaquín Mangado**

**Ing. Agr. Pablo Gorriti**



Título: ARROZ – SOJA. Resultados Experimentales 2014-2015  
Serie Actividades de Difusión 748

**Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología**

Ing. Agr., MSc. Horacio Saravia

© 2015 INIA

Editado en INIA Treinta y Tres

**Diagramación, Edición**

Olga Alvarez

**Impresión y Compaginación**

Ramiro González

Eloisa Crossa

## ÍNDICE

	Página
<b>CAPÍTULO 1 - AGROCLIMATOLOGÍA</b>	
Información climática.....	1
Comportamiento de las principales variables climáticas en la zafra 2014-2015 .....	3
<b>CAPÍTULO 2 - MANEJO DEL CULTIVO DE ARROZ</b>	
FERTILIZ-ARR: herramienta de ayuda para la toma de decisiones en la fertilización del cultivo de arroz .....	1
Cuatro años de monitoreo de arroz rojo resistente a imidazolinonas en chacras con uso intensivo del sistema Clearfield®.....	4
Control de grama (Lerhe) con glifosato mezclado en el tanque con graminicidas en un retorno de tres años: sin y con laboreo de verano .....	5
Comportamiento de materiales tipo <i>índicas</i> ante el agregado de Riceprotex en distintos sitios de la zona Este .....	8
Efecto de las dosis de KIFIX® y los años de arroz Clearfield® bajo siembra directa en las poblaciones de malezas en el muy corto plazo .....	10
Efecto de las dosis de KIFIX® y la intensidad del arroz Clearfield® bajo siembra directa en la productividad inicial de la pradera subsiguiente .....	13
Bioensayo con semillas de El Paso 144 del agua de inundación proveniente de parcelas tratadas con y sin KIFIX® .....	16
Productividad del agua- zona Centro. Comparación de sistema de riego en diferentes Sistematizaciones. Resultados de tres zafras.....	19
Productividad del agua- Zona Norte. Comparación de Sistema de riego en diferentes Sistematizaciones. Resultados de tres zafras.....	22
Sistemas de riego y sistematizaciones múltiples taipas en el Norte	
Análisis conjunto de dos zafras .....	25
Sustentabilidad ambiental del arroz determinada mediante el monitoreo de residuos de agroquímicos en suelo, agua y grano y por la aplicación de la Guía de buenas prácticas agrícolas.....	30
Evaluación de fosfito de cobre para el control de podredumbre de tallo en arroz, análisis de dos zafras.....	32
Potencial y brecha de rendimiento de arroz en Uruguay. Global Yield Gap Atlas.	
Avances de Investigación-Resultados preliminares .....	35
Rompiendo el techo de rendimiento del cultivo de arroz. Proyecto ANII ALI_1_2012_1_3507 (INIA, GMA-COOPAR, ACA) .....	39
<b>CAPÍTULO 3 - MEJORAMIENTO GENÉTICO</b>	
Evaluación de cultivares promisorios en ensayos de fajas.....	1
Evaluación final de cultivares .....	4
Evaluación avanzada de cultivares <i>Índica</i> .....	7
Evaluación de cultivares de calidad americana .....	10
Evaluación de cultivares Clearfield® .....	13
Evaluación de cruzamientos prueba de Hiaal para el Cono Sur.....	16
Evaluación de híbridos del Consorcio Hiaal para el Cono Sur .....	19
<b>CAPÍTULO 4 - SEMILLAS</b>	
Informe de producción de la zafra 2014-2015.....	1
Evolución histórica de producción y uso de semilla básica .....	2

**CAPÍTULO 5 - ECONOMÍA DEL ARROZ**

Indicadores de competitividad en la cadena arrocera .....	1
---	---

**CAPÍTULO 6 - SOJA**

Rotaciones arroceras: Resultados productivos en las primeras tres zafras .....	1
Comportamiento agronómico de grupos de madurez y poblaciones contrastantes de soja en suelos arroceros del este sin limitantes nutricionales.....	4
Potencial productivo del cultivo de soja sin limitantes de agua.....	7
Resultados preliminares sobre el control de roya asiática de la soja mediante aplicaciones múltiples de fosfito.....	10
¿Qué opciones de cultivos de cobertura se disponen para integrar a los esquemas agrícolas en la región Este?.....	13
Manejo agronómico del cultivo de soja en sistemas del Este del país .....	17
Manejo de la fertilización en el cultivo de soja.....	21

## PRÓLOGO

Esta publicación resume los avances de investigación del período 2014-2015 en arroz y soja en INIA Treinta y Tres y como siempre se confirma que no hay un año igual que otro. La zafra arrocerera comenzó con problemas por excesos de lluvias en la primavera y consecuentes dificultades y retrasos en las tareas de siembra, mientras que para la soja las condiciones fueron muy favorables, con desarrollos vegetativos exuberantes. Sin embargo, un cambio radical en las condiciones climáticas a partir de la mitad de la zafra alteró completamente las expectativas y tiró por tierra los pronósticos tempranos. Un clima seco, de alta radiación y temperaturas muy por encima de los promedios históricos, se instaló entre febrero y mayo favoreciendo notablemente al arroz y permitió una cosecha récord con cerca de 8.600 kg/ha. Contrariamente, la soja sufrió duramente la falta de agua en el suelo durante el período reproductivo por las dificultades de sostener la demanda atmosférica en cultivos con follajes de gran porte y los resultados fueron magros con rendimientos regionales en torno a los 2.000 kg/ha.

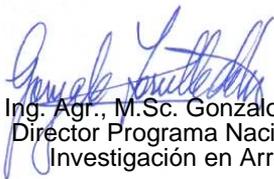
Además de los avatares del tiempo, las tormentas en los mercados también si hicieron presentes con una profundización de las tendencias a la baja en todos los commodities. Los arroceros, a pesar de los altos costos de producción, tuvieron el alivio de una buena cosecha, pero en la soja se sumaron problemas. Los precios de la soja, tras una década de expansión, tuvieron una caída de 35% respecto a los picos alcanzados en 2014 (US\$ 562/ton); lo que lleva actualmente a replantearse ajustes de áreas, costos, renta y manejo agronómico para la próxima zafra; principalmente en las zonas marginales.

En cualquiera de estos escenarios el INIA debe hacer su aporte en desarrollo de tecnologías y ajustes de las prácticas de manejo con el fin de mejorar las condiciones de los productores, de los sectores involucrados y a través de ellos las del país.

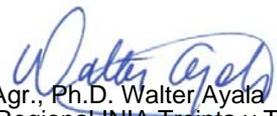
En tal sentido esta publicación contiene importante información para seguir avanzando en manejos de los cultivos más eficientes, que aseguren altos rendimientos y que viabilicen sistemas sostenibles en el largo plazo.

Asimismo, los Programas de Investigación del INIA se encuentran en un momento de cierre y análisis de muchos de sus proyectos, dentro de lo que ha sido el Plan Estratégico de Investigación 2011-2015. Simultáneamente se ha comenzado un proceso de discusión del nuevo plan estratégico de investigación para los próximos años, el cual necesitará de los aportes de diversos actores en cada cadena productiva.

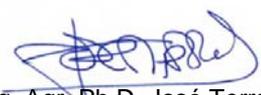
Esperamos que la publicación sea de vuestro agrado y que sus contenidos faciliten la toma de decisiones.



Ing. Agr., M.Sc. Gonzalo Zorrilla  
Director Programa Nacional de  
Investigación en Arroz



Ing. Agr., Ph.D. Walter Ayala  
Director Regional INIA Treinta y Tres



Ing. Agr. Ph.D. José Terra  
Director Programa Nacional de Investigación en  
Producción y Sustentabilidad Ambiental



Ing. Agr. Ph.D. Jorge Sawehik  
Director Programa Nacional en  
Cultivos de Secano

## AGROCLIMATOLOGÍA

### INFORMACIÓN CLIMÁTICA

R. Méndez<sup>1</sup> , Matías Oxley<sup>2</sup>

INIA Treinta y Tres obtiene información agroclimática para el área de influencia de la Estación Experimental a partir de una estación instalada en el año 1972. El objetivo de ésta es el de obtener información detallada de clima y hacerla disponible para los diferentes proyectos de investigación.

Todos los días se registran a las 9 y 15 horas los siguientes datos:

- Temperatura al abrigo (máxima, mínima y media)
- Temperatura de suelo cubierto y desnudo (máxima, mínima y media)
- Temperatura mínima sobre césped
- Humedad relativa
- Evaporación: Piché y Tanque "A"

La información se procesa diariamente, se realizan los cálculos de las bandas y los datos se resumen cada 10 días y mensualmente, quedando así elaborados para el uso de los diferentes proyectos y en la página web de INIA ([www.inia.uy](http://www.inia.uy)). A partir del año 2009 la información está en la web en forma diaria.

Para esta publicación, se presentan los datos mensuales de los parámetros climáticos detallados anteriormente:

- Zafra anterior julio 2013 - junio 2014 (Cuadro 1).
- Última zafra julio 2014 – junio 2015 (Cuadro 2).
- Promedios de la Serie Histórica julio 1973 – junio 2015 (Cuadro 3)
- Precipitación
- Heliofanía
- Radiación solar
- Movimiento del aire, viento a 2m.
- Nubosidad

---

<sup>1</sup> Dr. INIA. Programa Arroz. [rmendez@inia.org.uy](mailto:rmendez@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Téc. Agrop. INIA. Programa Arroz

Cuadro 1. Datos meteorológicos obtenidos en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna - INIA T. y Tres. **Julio 2013 - Junio 2014.**

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Anual
<b>TEMPERATURA(°C)</b>													
Media	11,3	10,4	14,8	19,1	20	23,8	24,3	23,7	20,2	17,6	14,1	11	<b>17,5</b>
Máxima media	16,8	16,2	20,0	23,2	25,4	31,1	30,1	28,1	25,8	23,2	19,2	16,9	<b>23,0</b>
Mínima media	5,7	4,6	9,7	15,1	14,7	16,5	18,6	19,4	14,5	12	8,9	5,2	<b>12,1</b>
HELADAS (Días)	7	11	1	1	0	0	0	0	0	0	2	9	<b>31</b>
<b>HELIOFANÍA</b>													
Media diaria (Horas)	4,5	5,6	5,0	6,6	6,9	9,9	6,3	5,3	7,1	6,2	3,8	4,3	<b>6,0</b>
<b>VIENTO (2 metros)</b>													
Velocidad media (k/h)	9,3	9,4	11,1	11	8,8	16,9	7,8	8,6	7,1	6,5	5,8	5,8	<b>9,0</b>
PRECIPITACIÓN (mm)	110	89	274	72	151	47	207	147	139	120	46	80	<b>1480</b>
Días de lluvia	13	7	9	6	12	5	13	16	12	7	13	8	<b>121</b>
<b>EVAPORACIÓN</b>													
TANQUE "A"			103,	156,	156,	276,	172,	132,					
Total mensual	43,7	72,3	6	0	5	6	6	7	133,7	83,9	43,7	49,1	<b>1424</b>

Cuadro 2. Datos meteorológicos obtenidos en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna - INIA T. y Tres. **Julio 2014 - Junio 2015.**

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Anual
<b>TEMPERATURA(°C)</b>													
Media	12.5	12.8	15.6	18.6	19.8	22.2	23.4	23.1	22.0	18.1	15.1	11.9	<b>17.9</b>
Máxima media	17.1	19.1	20.7	24.1	25.5	27.9	29.6	29.3	31.2	27.1	21.6	19.3	<b>24.8</b>
Mínima media	7.8	6.8	10.4	13.1	14.1	16.6	17.2	16.9	14.8	9.1	8.5	4.6	<b>11.7</b>
HELADAS (Días)	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	<b>30</b>
<b>HELIOFANÍA</b>													
Media diaria (Horas)	3.9	6.1	5.5	6.1	8.2	7.3	7.8	7.9	7.7	7.6	5.2	4.8	<b>6.5</b>
<b>VIENTO (2 metros)</b>													
Velocidad media (k/h)	6.0	6.0	7.8	9.5	8.4	7.19	7.1	7.5	6.8	5.8	5.6	6.4	<b>7.0</b>
PRECIPITACIÓN (mm)	136	39	194	232	159	218	141	26	20	4	70	19	<b>1258</b>
Días de lluvia	13	7	13	12	10	12	7	7	6	3	7	7	<b>104</b>
<b>EVAPORACIÓN</b>													
TANQUE "A"													
Total mensual	49.5	73.5	92.7	121.1	161.6	171.4	190.0	179.8	181.0	146.0	75.0	62.9	<b>1505</b>

Cuadro 3. Datos meteorológicos obtenidos en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna - INIA T. y Tres. **Serie Histórica Julio 1973 – Junio 2015.**

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Anual
<b>TEMPERATURA(°C)</b>													
Media	10.8	12.0	13.7	16.6	18.8	21.5	22.9	22.4	20.8	17.4	13.9	11.1	<b>16.8</b>
Máxima media	16.2	17.9	1.3	22.4	25.2	27.9	29.5	28.4	27.0	23.6	19.9	16.7	<b>22.8</b>
Mínima media	5.6	6.7	8.1	10.7	12.5	14.7	16.7	16.8	15.0	11.6	8.3	5.7	<b>11.7</b>
HELADAS (Días)	11	8	4	1	0	0	0	0	0	1	4	11	<b>41</b>
<b>HELIOFANÍA</b>													
Media diaria (Horas)	4.7	5.3	5.9	6.8	8.1	8.5	8.5	7.5	7.1	6.3	5.3	4.6	<b>6.5</b>
<b>VIENTO (2 metros)</b>													
Velocidad media (k/h)	7.0	7.3	8.8	8.7	8.8	8.8	8.3	7.7	6.4	6.3	5.9	6.3	<b>7.5</b>
PRECIPITACIÓN (mm)	122	105	114	103	99	103	114	151	108	107	121	113	<b>1361</b>
Días de lluvia	10	9	10	10	8	8	8	10	9	9	9	10	<b>112</b>
<b>EVAPORACIÓN</b>													
TANQUE "A"													
Total mensual	52.6	69.1	95.0	135.4	175.1	214.0	215.3	160.7	140.1	94.8	62.5	46.7	<b>1461</b>

## COMPORTAMIENTO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES CLIMÁTICAS 2014-2015

R. Méndez<sup>1</sup>, M. Oxley<sup>2</sup>

Se presenta el comportamiento de las principales variables de incidencia en el cultivo de arroz en donde se incluyen el promedio decádico histórico, el año anterior y el actual.

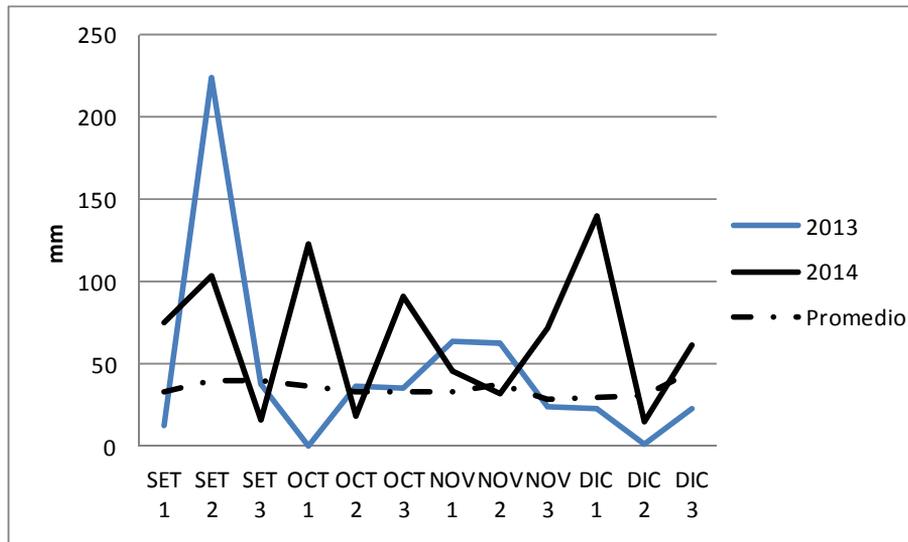


Figura 1. Registros decádicos de precipitación desde setiembre a diciembre.

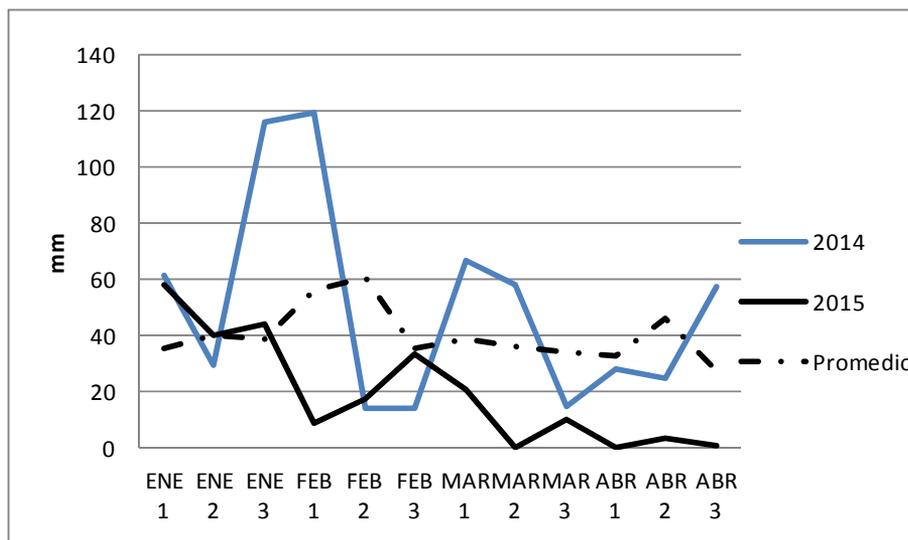


Figura 2. Registros decádicos de precipitación desde enero a abril.

<sup>1</sup> Dr. INIA. Programa Arroz. [rmendez@inia.org.uy](mailto:rmendez@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Téc. Agrop. INIA. Programa Arroz. [aoxley@tyt.inia.org.uy](mailto:aoxley@tyt.inia.org.uy)

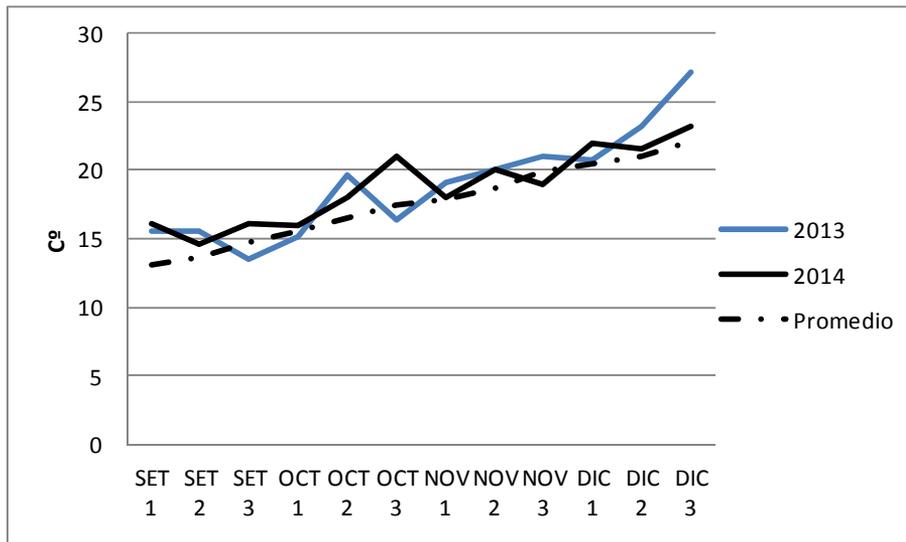


Figura 3. Registros decádicos de temperatura media desde setiembre a diciembre.

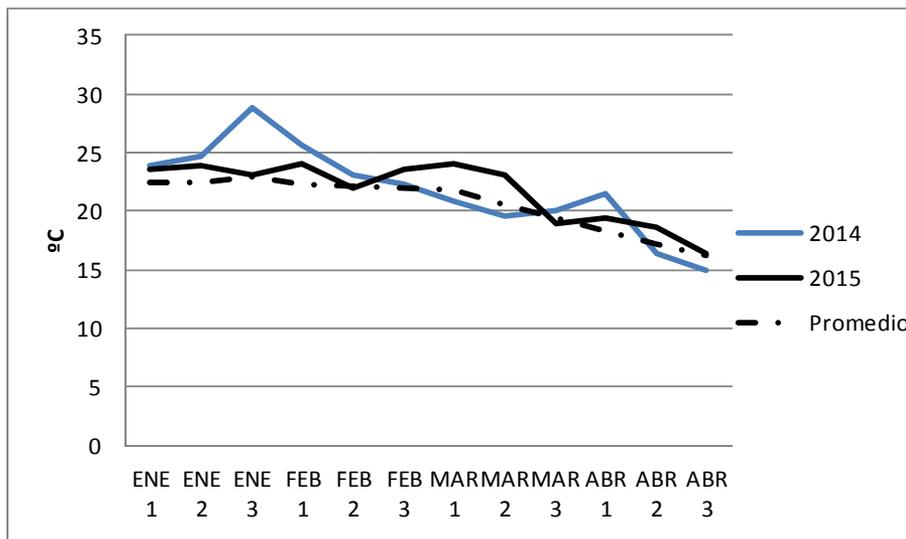


Figura 4. Registros decádicos de temperatura media desde enero a abril.

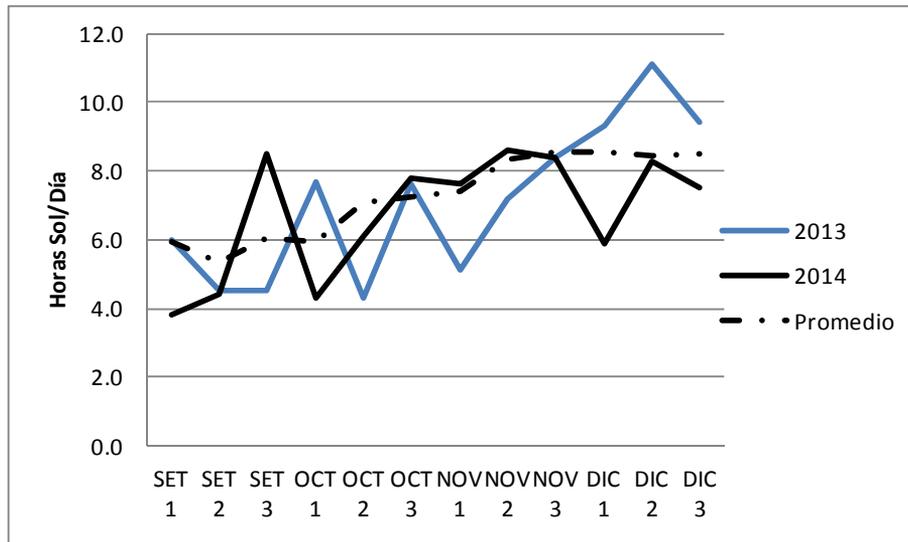


Figura 5. Registros decádicos de heliofanía desde setiembre a diciembre.

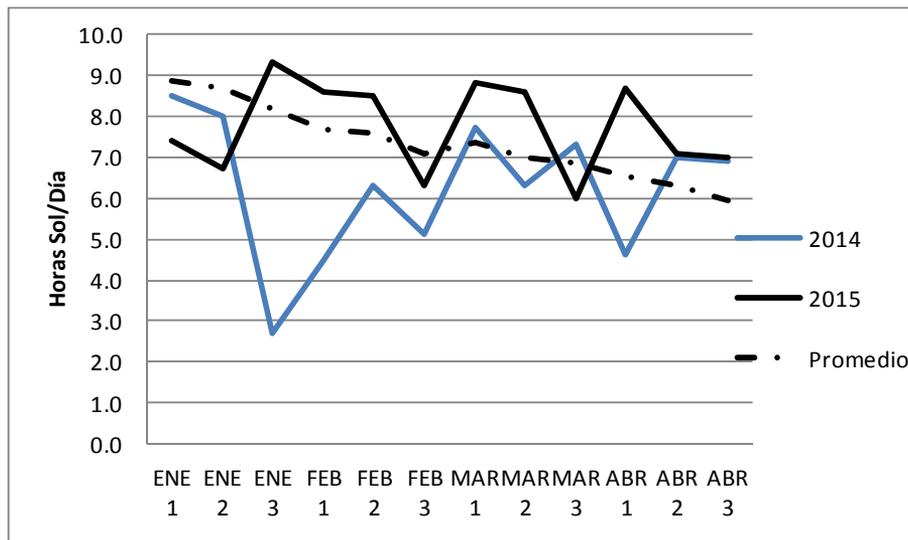


Figura 6. Registros decádicos de heliofanía desde enero a abril.

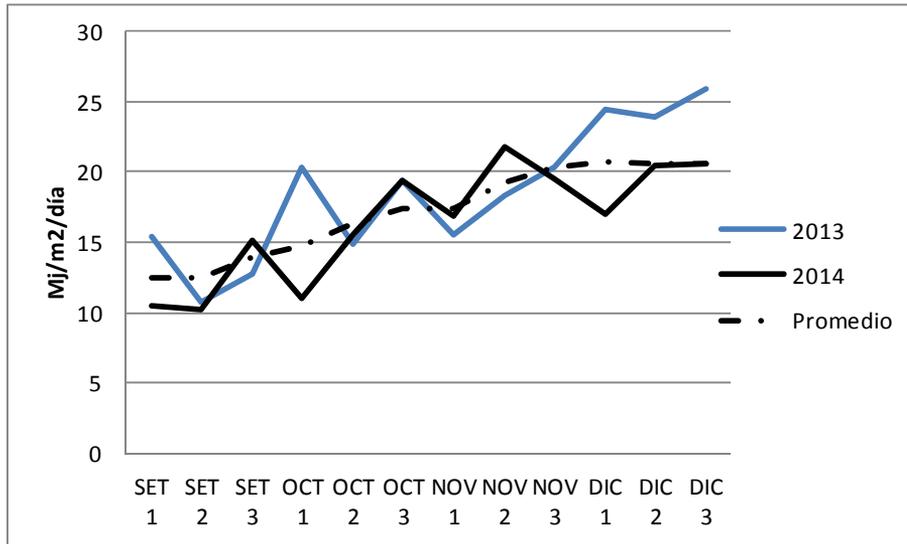


Figura 7. Registros decádicos de radiación solar desde enero a abril.

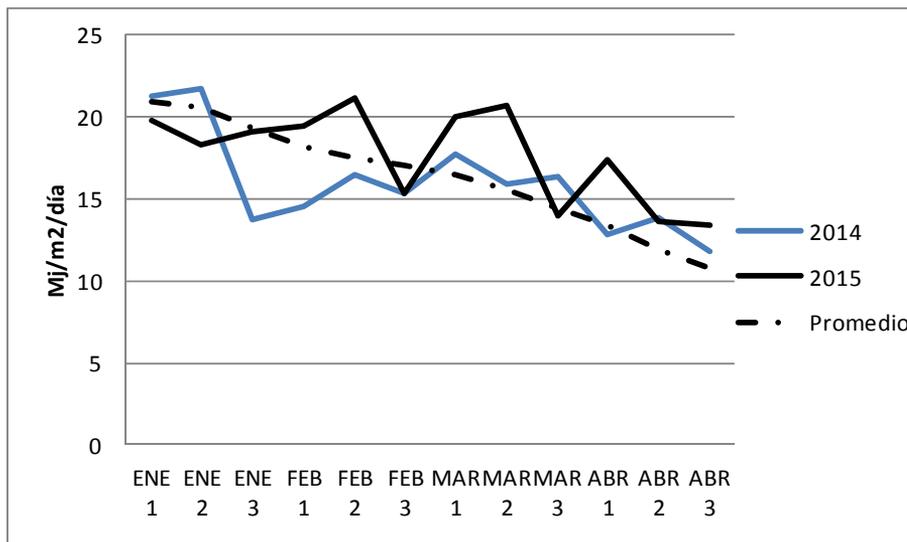


Figura 8. Registros decádicos de radiación solar desde enero a abril.

## MANEJO DEL CULTIVO DE ARROZ

### FERTILIZ-ARR: HERRAMIENTA DE AYUDA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ

J. Castillo<sup>1</sup> P. Vaz<sup>2</sup> J. Terra<sup>3</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Arroz

#### INTRODUCCIÓN

Existe una amplia diversidad de ambientes donde el cultivo de arroz en Uruguay es producido.

Ella, está explicada por factores tales como el tipo de suelo, el antecesor inmediato, la rotación preestablecida y las condiciones ambientales de cada región en particular. Estas condiciones hacen que la dinámica y la cantidad de nutrientes potencialmente entregables en cada sitio sea diferente.

En esta línea, el análisis de suelo es una práctica que permite conocer el estado de situación nutricional en un momento dado y recoger parte de la variación en la disponibilidad de estos nutrientes. A partir de esto, y considerando la oferta de nutrientes del suelo, sería posible realizar una corrección nutricional del cultivo, maximizando la cantidad de grano producida por unidad de nutriente agregado.

Recientemente, la información disponible para la recomendación de la fertilización P del arroz en el Uruguay (Hernández *et al.* 2013), ha sido complementada con su homónima para K (Deambrosi *et al.* 2014) y para N (Castillo *et al.* 2014). En estos casos, el enfoque utilizado para el análisis de la información, ha sido el de nivel de suficiencia, entendiéndose esto por aquel criterio de fertilización en base a análisis de suelos, niveles críticos de nutrientes y probabilidad de respuesta a la fertilización (Mallarino, 2005).

La combinación de estos criterios de fertilización N, P y K, han sido evaluados produciendo aumentos significativos en los rendimientos logrados, en la eficiencia de uso del fertilizante y en el margen neto alcanzado frente a la fertilización tradicional (Castillo *et al.* 2015).

En tal sentido desde el Programa Nacional de Arroz de INIA en conjunto con la unidad de informática se trabajó en la confección de un software que involucrando estos conceptos brinde al usuario una propuesta de fertilización en base a resultados de análisis de suelos ingresados previamente al sistema.

El objetivo de este trabajo es presentar los conceptos generales detrás del software de fertilización FERTILIZ-ARR.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Si bien la información base para el funcionamiento general del programa son cálculos en torno a niveles críticos (NC's) de P, K y N (Cuadro 1), el software considera otros parámetros agronómicos que complementan la recomendación de fertilización. Estos parámetros, son definidos previo a la devolución del resultado de propuesta de fertilización y son mencionados a continuación.

Cuadro 1. Niveles críticos de los nutrientes involucrados en el software FERTILIZ-ARR y estadísticos asociados.

Nutriente	NC	R <sup>2</sup>	P<F	Fuente
<b>P</b>	7 ppm P Cit	0.56	< 0.001	Hernández <i>et al.</i> 2013
<b>K</b>	0.2 meq 100 gr	0.39	< 0.001	Deambrosi <i>et al.</i> 2014
<b>N (V5)</b>	54 ppm NH <sub>4</sub>	0.67	< 0.001	Castillo <i>et al.</i> 2014

<sup>1</sup> Ing. Agr. INIA Programa Arroz Treinta y Tres. [jcastillo@inia.org.uy](mailto:jcastillo@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Programador. INIA Treinta y Tres Unidad de informática

<sup>3</sup> Ph.D., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. [jterra@tyt.inia.org.uy](mailto:jterra@tyt.inia.org.uy)

## Fertilización

El ítem fertilización, da la opción de optar entre dos alternativas: fertilización del cultivo de arroz actual o fertilización del sistema, la que considera los requerimientos del presente cultivo de arroz más un agregado de nutrientes extra. En el primer caso, el criterio de fertilización utilizado es el de nivel de suficiencia mientras que en el segundo, el criterio es el de subir y reponer. Para nivel de suficiencia, la dosis de nutrientes a agregar considerarán los NC como el límite superior de la zona de respuesta mientras que en el otro criterio se considera el agregado de nutrientes (P y K) por encima de estos NC. En la alternativa que repone nutrientes al sistema, es considerada la extracción futura de un cultivo de alto rendimiento (10000 kg) la que es corregida por el nivel inicial del nutriente en cuestión en suelo. Combinando estos conceptos se realizaron 3 rangos de reposición (extracción completa, media extracción o cero), para las situaciones de suelo donde se esté en torno al NC, por encima de éste o muy por encima.

Para N, el agregado de reposición no se considera, asumiendo que esto es realizado en la etapa de pasturas vía fijación de N o en segunda instancia, por tiempo de descanso que desencadene procesos de mineralización de restos vegetales incorporados anteriormente.

## Antecesor

El antecesor inmediato está relacionado a los nutrientes N y P. Para el primer nutriente, antecesores que consideren rastrojos en descomposición entorno a la siembra, o situaciones sin preparación anticipada de la sembrera, indicarán el uso de N basal. En cuanto a la 1<sup>er</sup> cobertura N, los análisis previos realizados indican que la respuesta está asociada al tipo de antecesor de arroz: rastrojo de arroz, retorno sin pradera o retorno con pradera. El primer antecesor considera un coeficiente mayor y el último un coeficiente menor que pondera sobre la dosis de N calculada para la 1<sup>er</sup> cobertura. En el caso del P, aquellas situaciones donde existan previamente fertilizaciones P, ya sea en la etapa de pasturas o en la de otros cultivos (incluido el arroz) considerarán menor agregado de P por encima del NC en comparación con situaciones sin fertilización previa.

## Variedad

El factor variedad está afectando la cantidad de la 2<sup>da</sup> cobertura de urea. Trabajos previos han mostrado diferentes tipos de respuesta según la variedad utilizada. En este caso, al menos las variedades modernas manejadas en el programa de arroz vienen siendo evaluadas y presentan mayor respuesta a la fertilización N general que las antiguas.

## Rendimiento anterior

Este punto separa entre situaciones de rendimiento, los que en forma indirecta nos puede indicar las bondades del sistema para la producción arrocera. En ese sentido, sistemas de buenas aptitudes presentarán una mayor probabilidad de lograr altos rendimientos por lo tanto mayor extracción de nutrientes, los que significaran mayores cantidades de reposición. Al igual que para otros parámetros, el rendimiento anterior operará siempre que se seleccione la alternativa de fertilizar el sistema.

## Tipo de suelo

El tipo de suelo tiene influencia sobre el equivalente fertilizante (EF), esto es, los kg de nutriente a agregar para aumentar los niveles de nutriente para aumentar una unidad en el rendimiento relativo. Lo detallado anteriormente afecta a la fertilización de P y K.

## CONSIDERACIONES GENERALES

El programa FERTILIZ-ARR pretende ser una herramienta de ayuda a la toma de decisiones de fertilización con N-P y K en el cultivo de arroz de forma sencilla. Este será de libre acceso y permitirá al usuario generar un archivo virtual con sus monitoreos nutricionales del suelo, así como de información complementaria.

La información manejada en este programa, está generada con varios años de investigación para cada nutriente en particular, hasta el momento, 3 años de validación a escala experimental y un año de validación a escala comercial.

Se espera que esta herramienta esté disponible en el corto plazo a través de la web de INIA, permitiendo comenzar a generar una base de datos potente que permita retroalimentar el software con el fin de seguir ganando precisión y acompañar el agregado de nuevas variables como lo pueden ser nuevas variedades.

## BIBLIOGRAFÍA

**CASTILLO, J.; TERRA, J.A.; FERREIRA, A.; MÉNDEZ R.** 2014. Fertilización N en base a indicadores objetivos. Que sabemos luego de 3 años de experimentación? Treinta y Tres, INIA, Cap.3, p. 4-6 (Serie Actividades de Difusión 735).

**CASTILLO, J.** 2015. En sus dosis justas: N-P K como forma de explorar altos rendimientos en arroz. Treinta y Tres, INIA, Seminario de actualización técnica en fertilización de arroz. Disponible en: <http://inia.uy/estaciones/experimentales/direcciones-regionales/inia-treinta-y-tres/seminario-fertilizacion-en-el-cultivo-de-arroz>

**DEAMBROSI, E.; MÉNDEZ R.; CASTILLO J.** 2014. El análisis de suelos, una herramienta útil para el ajuste de la fertilización con fósforo y potasio. En: Jornada arroz- soja Agosto 2014. [www.inia.uy/estaciones-experimentales/direcciones-regionales/inia-treinta-y-tres/jornada-tecnica-arroz-soja](http://www.inia.uy/estaciones-experimentales/direcciones-regionales/inia-treinta-y-tres/jornada-tecnica-arroz-soja)

**HERNÁNDEZ, J. BERGER, A., DEAMBROSI, E., LAVECCHIA, A.** 2013. Soil Phosphorus test for flooded rice grown in contrasting soils and cropping history. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 44: 1193-1210.

**MALLARINO, A.** 2005. Criterios de fertilización fosfatada en sistemas de agricultura continua con maíz y soja en el cinturón del maíz. Informaciones agronómicas de Hispanoamérica (LACS). 28; 9-15.

## CUATRO AÑOS DE MONITOREO DE ARROZ ROJO RESISTENTE A IMIDAZOLINONAS EN CHACRAS CON USO INTENSIVO DEL SISTEMA CLEARFIELD®

J. E. Rosas<sup>1</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Arroz maleza, resistencia a herbicidas, detección molecular.

### RESUMEN

El arroz rojo está considerado como una de las malezas más problemáticas del cultivo de arroz en Uruguay y en el mundo por la dificultad que presenta su control y la potencialidad de dejar fuera del sistema a chacras con infestación severa (Delouche *et al.*, 2007). La tecnología Clearfield (CL, BASF), que consiste en cultivares no transgénicos resistentes a los herbicidas imidazolinonas (IMI), se encuentra disponible en nuestro país desde hace ya una década. Durante este tiempo, experiencias internacionales, regionales y estudios realizados por INIA en nuestro país demostraron la aparición de arroz rojo resistente a IMI. Esto sucede principalmente por el cruzamiento entre arroces rojos y cultivares CL, y constituye un severo limitante a la utilidad de la tecnología CL. En 2011/12 INIA comienza a brindar a usuarios del sistema Clearfield el Servicio de Detección de Arroz Rojo Resistente a IMI, con apoyo de ANII, ACA, BASF, Solaris y Sembril. Mediante este Servicio, se analizan con marcadores moleculares plantas de arroz rojo provenientes de chacras con CL, determinándose la presencia de mutaciones de resistencia a IMI. En el presente trabajo se informan los resultados del monitoreo de arroz rojo resistente a IMI realizado por el Servicio desde su inicio hasta la presente zafra 2014/15. En estos años se confirmó la presencia de mutaciones de resistencia en arroz maleza en chacras con CL, en una cantidad proporcional a la intensidad de uso de la tecnología.

---

<sup>1</sup> M.Sc. INIA. Programa Arroz. [jrosas@inia.org.uy](mailto:jrosas@inia.org.uy)

## CONTROL DE GRAMA (LERHE) CON GLIFOSATO MEZCLADO EN EL TANQUE CON GRAMINICIDAS EN UN RETORNO DE TRES AÑOS: SIN Y CON LABOREO DE VERANO

N. Saldain<sup>1</sup>, B. Sosa<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVE:** LERHE, sales del glifosato, graminicidas

### INTRODUCCIÓN

La presencia de la grama, *Leersia hexandra* (LERHE), es observada más frecuentemente en las chacras para arroz asociadas a lugares con drenaje dificultoso donde algunas zonas permanecen más húmedas o demoran en secarse. Cuando se vuelve sobre un retorno de tres años, dependiendo de cómo este el micro relieve, las huellas del ganado y su compactación, etc., se pasa una o dos veces una niveladora pesada para emparejar y/o se realiza laboreo en el verano con la correspondiente nivelación, sembrándose directamente el arroz en la primavera siguiente. Se sistematiza y drena la chacra, realizándose una aspersión de glifosato temprano a fines de verano principio del otoño- y otra en primavera siendo lo más conveniente de acuerdo a la fisiología de las reservas en las malezas perennes estivales (Ashton y Monaco, 1991). Scherner *et al.* (2014) encontraron que LERHE es más susceptible que la otra grama, *Luziola peruviana* (LUZPE) necesitando dosis menores de glifosato para su control, y además, es más susceptible a las sales potásica y amónica que a la sal isopropilamina. Algunas mezclas de glifosato con graminicidas en aplicaciones de otoño mostraron un comportamiento promisorio al reducir el rebrote de LERHE a los 150 días después de la aspersión (Saldain, *et al.*, 2013) o en aspersiones de primavera disminuyendo la cobertura de LERHE (Saldain, *et al.*, 2014). El objetivo del presente trabajo fue evaluar varios tratamientos herbicidas en base a glifosato aplicados en marzo en un retorno de tres años sin y con laboreo de verano.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Un experimento fue conducido en un suelo arrocero en un área que está a nivel de la Laguna Merín en la Costa del A° Estero de Pelotas en Rocha. En un retorno de tres años, se ubicó el primer ensayo en una zona sin laboreo de una cuenca muy pequeña que permanecía húmeda dando inicio a un drenaje; mientras que el segundo, se colocó a lo largo del drenaje en una zona con laboreo de verano que permanecía húmeda. Se evaluaron las cuatro sales del glifosato (dimetil amina: Panzer Gold; potásica: Roundup Full II; amónica: Roundup Ultra Max; isopropilamina: Rango) a dosis equivalente a 4 y 6 L/ha de Rango solas y las dosis más bajas mezcladas en el tanque con algunos de los siguientes graminicidas Verdict M (haloxifop) o Setodim Ultra (setoxidim) o Leopard (quazilofop). Además, se incluyó para cada una de las mezclas un tratamiento con el agregado de Garlón (triclopir) más un testigo absoluto, sin aspersión de herbicidas. Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La aspersión de los mismos se realizó el 15 y 14 de marzo del 2014 para el retorno sin laboreo y para el retorno con laboreo de verano. Se utilizó un equipamiento con una barra que portaba cuatro boquillas con pastillas Teejet DG 8002 de abanico plano liberando 140 l/ha de solución. Al momento de la aspersión en ambas situaciones, el suelo estaba húmedo pero sin lámina de agua sobre la superficie. Se valoró el control de LERHE a los 150 días después de la aspersión de los tratamientos (DDAT) midiendo la cobertura de la maleza. Se utilizaron tres transectas distribuidas simétricamente con respecto al centro de las parcelas de 10 m a lo largo y punto/cuadrado (100 puntos/transecta; 300 puntos/parcela), expresándose como el porcentaje de puntos que tocó LERHE o otras especies de interés en el primer contacto de las agujas. Cuando fue necesario, los datos de porcentaje de cobertura se transformaron por logaritmo base 10 o cuando había muchos ceros se sumaba una unidad a cada observación y se hacía la misma transformación. Para el análisis estadístico se usó el procedimiento Proc Mixed del SAS v9.2.

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el cuadro 1, se muestran los resultados obtenidos y la significación estadística para algunas de las variables medidas. El análisis estadístico detectó diferencias significativas entre los tratamientos herbicidas en la variable LERHE ( $p=0,0519$ ) y PASHY ( $p=0,0002$ ) para el retorno sin laboreo, sin embargo, no fue así para LERHE ( $p=0,6058$ ) y PASHY ( $0,6651$ ) en el retorno con laboreo de verano.

<sup>1</sup> M.Sc. Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

<sup>2</sup> Téc. Agrop. Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

Cuadro 1. Porcentaje de cobertura de las malezas gramíneas perennes presentes en un retorno de tres años sin y con laboreo de verano a los 150 días después de la aspersión de los tratamientos herbicidas en marzo. Costas A° Estero de Pelotas, Rocha 2014.

Herbicidas y mezclas de tanque	Dosis, L o kg/ha	Porcentaje de cobertura por especie, %												
		Retorno sin laboreo <sup>1</sup>						Retorno con laboreo <sup>2</sup>						
		LERHE	PASHY	CYNDA	LERHE	PASHY	LERHE	PASHY	CYNDA	LERHE	PASHY	LERHE	PASHY	CYNDA
Panzer Gold	3	7,0	6,1*	35,5	12,0	0,0	9	-80	-2	-47				
Panzer Gold	4,5	15,9*	2,0*	25,2	14,3	0,0	148	-94	-31	-37				
Panzer Gold + Setodim Ultra	3 + 3	8,9	4,5*	33,2	15,8	0,0	39	-85	-9	-31				
Panzer gold + Setodim Ultra + Garlón	3 + 3 + 0,5	9,7	9,9*	45,8	24,7	0,0	52	-68	26	8				
Testigo sin aplicación de herbicidas	0	6,4	30,8	36,3	22,8	0,2	0	0	0	0				
Roundup Ultra Max	2,1	7,9	3,4*	39,6	11,7	0,4	23	-89	9	-49				
Roundup Ultra Max	3,2	9,9	6,7*	27,0	14,3	0,0	55	-78	-26	-37				
Roundup Ultra Max + Verdict M	2,1 + 1,5	9,8	0,2*	18,2	15,9	0,0	53	-99	-50	-30				
Roundup Ultra Max + Verdict M + Garlón	2,1 + 1,5 + 0,5	17,7*	0,9*	18,5	21,3	0,3	177	-97	-49	-7				
Roundup Full	2,7	16,0*	2,8*	25,4	21,4	0,0	150	-91	-30	-6				
Roundup Full	4	17,4*	4,3*	25,1	16,8	0,0	172	-86	-31	-26				
Roundup Full + Verdict M	2,7 + 1,5	14,0	0,3*	14,0	16,4	0,0	119	-99	-61	-28				
Roundup Full + Verdict M + Garlón	2,7 + 1,5 + 0,5	21,5*	2,7*	23,1	12,1	0,0	236	-91	-36	-47				
Roundup Full + Setodim Ultra	2,7 + 2	9,2	5,8*	32,3	10,8	0,7	44	-81	-11	-53				
Roundup Full + Setodim Ultra + Garlón	2,7 + 2 + 0,5	17,2*	7,4*	31,5	12,2	0,0	169	-76	-13	-46				
Rango	4	11,9	8,2*	41,5	12,2	0,3	86	-73	14	-46				
Rango	6	14,2	3,3*	36,3	18,4	0,0	122	-89	0	-19				
Rango + Verdict M	4 + 1,5	12,4	1,1*	38,0	27,3	0,0	94	-96	5	20				
Rango + Verdict M + Garlón	4 + 1,5 + 0,5	4,4	2,8*	43,9	11,9	0,0	-31	-91	21	-48				
Rango + Leopard	4 + 3	11,3	2,9*	46,9	10,9	0,0	77	-91	29	-52				
Rango + Leopard + Garlón	4 + 3 + 0,5	9,1	3,4*	32,0	12,4	0,0	42	-89	-12	-46				
Significación Bloques		<0,0001	0,7089	0,0157	0,5149	0,5383								
Significación Tratamientos		0,0519	0,0002	0,1003	0,6058	0,6651								
Media		12,0	5,2	31,9	16,0	0,1								
C.V.%		49,0	67,3	40,8	56,9	347,1								
M.D.S.0.05		8,1	4,8	-	-	-								

Con ausencia de laboreo, en LERHE ninguno de los tratamientos mostró significativamente menor cobertura comparado con el testigo, sin embargo, varios tratamientos presentaron significativamente mayor cobertura. Mientras que con laboreo de verano, sí bien no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, algunos redujeron la cobertura por encima del 45% con respecto al testigo. El comportamiento contrastante observado en LERHE sin laboreo y con laboreo se debería al que al tratar plantas de mayor edad con estolones (tallos superficiales) y con rizomas (tallos subterráneos) que poseen más reservas provocaron un rebrote mayor en la primavera siguiente a la aspersión de los tratamientos producto de la ruptura de la dominancia apical ejercida sobre las yemas laterales. En PASHY (*Paspalum hydrophyllum*), los tratamientos fueron superiores significativamente en el control obtenido con respecto al testigo en el retorno sin laboreo lo que indicaría que es una especie muy susceptible; mientras que la población observada fue extremadamente baja en el retorno laboreado. CYNDA (*Cynodon dactylon*) estuvo solamente presente en el retorno sin laboreo por estar el sitio en una posición topográfica relativamente más alta que el otro ensayo. Aunque no existieron diferencias significativas se apreció una tendencia ( $p=0,1003$ ) a existir diferencias, obteniéndose una reducción máxima de 61% en la cobertura por especie.

## CONCLUSIONES

Aunque el área sembrada de arroz ha caído levemente, se debe tener presente que estamos rotando en un área determinada. Este hecho es de vital importancia porque debemos manejarnos para mantener las poblaciones de malezas susceptibles al glifosato. En ese contexto, el uso de mezclas de glifosato con graminicidas y/o herbicidas para malezas de hojas anchas dependiendo de composición de malezas presentes en una chacra considerada es prioritario. El uso de mezclas adecuadas es una herramienta muy poderosa para retrasar la selección de biotipos tolerantes y evitar el surgimiento de poblaciones resistentes. La reducción del laboreo conducirá a una segunda aspersión de una mezcla para el control de LERHE y CYNDA. Esas chacras no deberían ser cabecera de siembra para generar la ventana de oportunidad de hacer otra aspersión si la población de gramíneas es abundante o ganar tiempo para que los brotes emerjan y generen suficiente área foliar en caso de que la primavera se inicie con temperaturas por debajo de lo normal y/o se presente con déficit hídrico en el suelo. En PASHY se tiene la ventaja de que existen herbicidas muy efectivos y selectivos para ser aplicados en el arroz que pueden complementar el control de los escapes que pudieran ocurrir.

## AGRADECIMIENTO

Se agradece al productor Wilson Terra su gentileza por ceder una área para realizar este trabajo y al Ing. Agrón. Gustavo Casella (Coopar) por la buena coordinación y disposición para conducirlo sin inconvenientes.

## BIBLIOGRAFÍA

**ASHTON, F.M., MONACO, T.J.** 1991. Weed Science: Principles and Practices. Third Edition.

**SALDAIN, N.E., SOSA, B.** 2014. Control de la grama fina (LERHE) con las cuatro sales del glifosato mezcladas en el tanque con graminicidas aplicados en primavera. In: INIA Treinta y Tres. Arroz Resultados Experimentales 2013-2014. Treinta y Tres. INIA p. 5-7 (Serie Actividades de Difusión 735).

**SALDAIN, N.E., SOSA, B.** 2013. Glifosato solo y mezclado en el tanque con otros herbicidas para el control de la grama fina (*Leersia hexandra*). In: INIA Treinta y Tres. Arroz Resultados Experimentales 2012-2013. Treinta y Tres. INIA p. 9-11 (Serie Actividades de Difusión 713).

**SCHERNER A., AVILA, L.A. de, SCHREIBER, F., KRUSE, N.D., AGOSTINETTO, D., PINTO, J.J.O., PESTANA, R.R.** 2014. Suscetibilidade de duas Gramas-boiadeiras a diferentes formulações de glyphosate. Ciência Rural, Santa Maria, vol. 44(3):400-406

## COMPORTAMIENTO DE MATERIALES TIPO *ÍNDICAS* ANTE EL AGREGADO DE RICEPROTEX EN DISTINTOS SITIOS DE LA ZONA ESTE

N. Saldain<sup>1</sup>, F. Pérez de Vida<sup>2</sup>, J. Vargas<sup>3</sup>, B. Sosa<sup>3</sup>

**PALABRAS CLAVE:** clomazone, antídoto, dietholate

### INTRODUCCIÓN

El uso del Riceprotex (dietholate) en variedades de arroz tipo *japónica* templada, en C289 una línea derivada de un cruzamiento con Kohishikari (Saldain y Sosa, 2013) y en siembras tempranas de materiales tipo *índica* como L5903 (Saldain y Sosa, 2014) protege del albinismo producido por el clomazone aumentando la productividad. El clomazone después que entra a la planta es transformado en 5-keto clomazone que es el compuesto que tiene la acción herbicida inhibiendo a la enzima 1-desoxi - D-xilulosa - 5 - fosfato sintetasa (DXS) (Ferhatoglu y Barrett, 2006). La inhibición de esta enzima afectan la vía MEP reduciendo los niveles de carotenoides sintetizados en los cloroplastos (León y Guevara-García, 2007). Algunos insecticidas organofosforados impiden la transformación de clomazone en 5-keto clomazone por medio de la acción de una enzima que pertenece a la familia de las P-450s (Ferhatoglu *et al.*, 2005). El objetivo del presente estudio fue generar información sobre nuevos materiales del tipo *índica* en ensayos de fajas en distintos sitios de la zona Este.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomó ventaja de la siembra por parte del Programa de Mejoramiento de ensayos en fajas de materiales avanzados (SLI) del tipo *índica* en distintos sitios de la zona Este. Se curó la semilla con Riceprotex (dietholate a 800g/L) a 800 ml/100 kg de semilla dos semanas previo al inicio de la siembra. Cada parcela constó de tres pasadas de una sembradora experimental de 9 líneas, colocándose en una de ellas la semilla tratada con Riceportex. Se usó un diseño estadístico en parcelas divididas asignándose la parcela grande a la variedad y la pequeña al uso del antídoto. Se cosechó las siete líneas centrales de las parcelas tratadas con Riceprotex y lo cosechado en las parcelas adyacentes sin antídoto. Los tratamientos se dispusieron en bloques al azar con tres repeticiones. Los sitios y la fecha de siembra de los ensayos fueron: Rincón de Ramírez (23-oct), 7ma (17-nov), San Pablo del Cebollatí (27-oct) y Los Arroyitos (27-nov). El manejo de los ensayos fue el realizado según las prácticas realizadas por parte del productor y todos los sitios llevaron clomazone en preemergencia.

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis estadístico conjunto de los ensayos detectó una interacción significativa entre sitio por uso del antídoto ( $p < 0,0001$ ), lo que determinó que se analizaran los datos por ensayo individual. En el Cuadro 1, se muestran los resultados obtenidos para el experimento realizado en los sitios de Treinta y Tres. Si bien en la 7ma el curado de la semilla con el antídoto produjo significativamente 1275 kg/ha de arroz ( $p < 0,0001$ ) más que las parcelas que no llevaron semilla tratada con el antídoto, sólo SLI-09-195 rindió significativamente más cuando fue tratada. Este cultivar presentó susceptibilidad a Clomazone en evaluaciones previas (Pérez de Vida, 2013, 2014). Ninguno de los componentes del rendimiento explicó las diferencias observadas, con la excepción del contenido de humedad del grano a la cosecha que fue 3,8% más elevado ( $p=0,0065$ ). Este hecho podría indicar que la madurez fisiológica ocurrió un poco más tarde teniendo más tiempo para llenar los granos de las panojas. En Rincón de Ramírez (Cuadro 1) y en los dos sitios de Rocha no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (Cuadro 2).

### CONCLUSIONES

La disponibilidad del clomazone para ser absorbido depende de la textura del suelo y la disponibilidad de humedad. En ninguno de los casos se trató de siembras muy tempranas o en la primera década de octubre atento a que L5903 no fue afectada en la textura más liviana (Rincón de Ramírez), sin embargo, se identificó a SLI-09-195 como un material más sensible en el sitio en que fue incluido.

<sup>1</sup> M.Sc. INIA. Programa Arroz, INIA

<sup>2</sup> Ph.D. INIA. Programa Arroz, INIA

<sup>3</sup> Técs. Agrops. Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

**Cuadro 1. Rendimiento de arroz sano, seco y limpio (kg/ha) de materiales tipo *índica* sin y con antídoto del clomazone agregado a la semilla en dos sitios de Treinta y Tres, 2014-2015.**

Sitio Variedad	7ma			Rincón de Ramírez		
	- Riceprotex	+ Riceprotex	Significación	- Riceprotex	+ Riceprotex	Significación
EP144	11411	12356	ns	12445	11690	ns
L5903	11295	11505	ns	14333	13450	ns
INIA Olimar	10858	12406	ns	12891	12347	ns
Parao	10383	12132	ns	12907	12034	ns
SLI-09-043	10902	11916	ns	-	-	-
SLI-09-190	9880	10812	ns	-	-	-
SLI-09-193	10629	11813	ns	12912	12829	ns
SLI-09-195	10100	12419	*	-	-	-
SLI-09-197	11505	13080	ns	12265	13922	ns

ns=no significativo, \*=las medias difieren son significativamente diferentes según la prueba de Tukey al 5%

**Cuadro 2. Rendimiento de arroz sano, seco y limpio (kg/ha) de materiales tipo *índica* sin y con antídoto del clomazone agregado a la semilla en dos sitios de Rocha, 2014-2015.**

Sitio Variedad	San Pablo del Cebollatí			Los Arroyitos		
	- Riceprotex	+ Riceprotex	Significación	- Riceprotex	+ Riceprotex	Significación
EP144	12872	12966	ns	13679	11977	ns
L5903	12668	13531	ns	13927	13561	ns
INIA Olimar	-	-	-	13341	13628	ns
Parao	12032	11767	ns	12307	12833	ns
SLI-09-043	-	-	-	-	-	-
SLI-09-190	11947	11930	ns	13221	12589	ns
SLI-09-193	11678	12132	ns	12675	11768	ns
SLI-09-195	-	-	-	-	-	-
SLI-09-197	12895	13099	ns	13796	13776	ns

ns=no significativo, \*=las medias difieren son significativamente diferentes según la prueba de Tukey al 5%

## AGRADECIMIENTO

A los productores que permitieron la siembra del experimento que se reporta en este informe.

## BIBLIOGRAFÍA

**FERHATOGLU, Y.; AVDIUSKHKO, S.; BARRETT, M.** 2005. The basis for the safening of clomazone by phorate insecticide in cotton and inhibitors of cytochrome P450s. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 85:7-14.

**FERHATOGLU, Y.; BARRETT, M.** 2006. Studies of clomazone mode of action. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 85:7-14.

**LEÓN, P.; GUEVARA- GARCÍA, A.** 2007. La síntesis de isoprenoides a través de la vía MEP; un nuevo blanco de manipulación para la salud y el beneficio humano. *Mensaje Bioquímico* 31: 77-91 Consultado 14 de agosto 2015. Disponible en: <http://bq.unam.mx/mensajebioquimico>

**SALDAIN, N.E.; SOSA, B.** Riceprotex aplicado a la semilla de arroz como antídoto del clomazone en variedades de arroz de distinto tipo. *Resultados Experimentales 2012-2013. Treinta y Tres. INIA. Cap.5 p18-20. (Serie Actividades de Difusión 713).*

**SALDAIN, N.E.; SOSA, B.** Riceprotex aplicado a la semilla para evitar el albinismo provocado por el clomazone en L5903 y Parao. In: *INIA Treinta y Tres. Resultados Experimentales 2013-2014. Treinta y Tres. INIA. Cap.5 p2-4. (Serie Actividades de Difusión 735).*

## EFECTO DE LAS DOSIS DE KIFIX® Y LOS AÑOS DE ARROZ CLEARFIELD® BAJO SIEMBRA DIRECTA EN LAS POBLACIONES DE MALEZAS EN EL MUY CORTO PLAZO

N. Saldain<sup>1</sup>, B. Sosa<sup>2</sup>, A. Ferreira<sup>3</sup>, A. López<sup>4</sup>

**PALABRAS CLAVE:** imazapir, imazapic, deriva de especies

### INTRODUCCIÓN

El uso de los herbicidas para el control de las malezas en los cultivos cambió gradualmente la composición de las poblaciones a lo largo de varias décadas. En el mismo sentido, la adopción de la siembra directa recurrentemente en una misma chacra provocó que las especies de malezas anuales de semillas pequeñas y las malezas perennes tiendan a ser más frecuentes en la comunidad vegetal asociada quedando el banco de propágulos (semillas + estructuras vegetativas que generen una nueva planta) ubicado en la superficie comparado con el laboreo profundo (Hakansson, 2003). La liberación de variedades CL por INIA aumentará probablemente el área sembrada con los mismos y en consecuencia el uso del KIFIX®. Este es un herbicida muy eficaz, de amplio espectro y mayor actividad en el suelo (residualidad) por lo que son esperables cambios en la composición de las especies de malezas (competencia interespecífica) y biotipos dentro de las mismas especies (competencia intraespecífica) en función de la intensidad de su uso. El objetivo del presente trabajo fue valorar el efecto del KIFIX® y la intensidad del arroz CL sobre la evolución en la composición de la población de malezas en el muy corto plazo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujo un experimento en la Unidad Experimental del Paso de la Laguna (UEPL) con arroz CL sembrándose en 2007, 2008 y 2010. Las dosis de KIFIX® evaluadas fueron 0, 140, 210, 280, 420 asperjados en postemergencia temprana y un tratamiento con 140 en preemergencia seguido de 140 g/ha en postemergencia temprana. Éstos fueron aplicados sobre un laboreo de verano en el primer arroz CL (<1 CL), en un segundo arroz CL continuo (<2 CL) y en un tercer arroz CL después de un año de barbecho (<3 CL). Los conteos de las plantas de malezas se realizaron en dos cuadrados de 50 cm x 50 cm por parcela previo a la aspersión en postemergencia temprana del KIFIX®. A los testigos sin imidazolinonas se le aplicó Command (0,8 l/ha) en preemergencia seguido de una segunda aspersión de Nominee + Facet SC (100 g/ha + 1,5 L/ha). Los tratamientos herbicidas se dispusieron en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas individuales tenían 4,8 m de ancho por 8 m de largo. En el cuadro 1, se muestran las actividades principales realizadas en el experimento. Las parcelas se inundaron entre los 3 a 5 días después de la aspersión del KIFIX® en postemergencia temprana, llevando una cobertura de 50 kg/ha de urea aplicada al macollaje previo a la inundación y otra similar al primordio en el agua. No se usó glifosato previo a ningún arroz CL ni tampoco durante el barbecho de un año.

Cuadro 1. Actividades relevantes realizadas en el arroz Clearfield®. UEPL, 2007, 2008 y 2010.

Actividades relevantes en el arroz Clearfield®	Años con arroz Clearfield®(CL)		
	< 1año CL	< 2años CL	< 3 años CL
Variedad	Puitá INTA CL	Puitá INTA CL	Puitá INTA CL
Fecha de siembra	03-dic-2007	06-nov-2008	15-nov-2010
Baño	19-dic-2007	10-nov-2008	-
Fecha aspersión KIFIX®			
Preemergencia	3-dic-2007	17-nov-2008	20-nov-2010
Postemergencia temprana	10/11-ene-2008	05-dic-2008	03-dic-2010

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En promedio, se observó que las especies como PANDI, DIGSA, POROL, ECLPO y CYPES a medida que se repitieron los tratamientos desaparecen de los conteos; mientras que ECHCG desciende pasando de 291, 280 y 231 plantas/m<sup>2</sup> para <1 CL, el <2 CL y <3 CL; respectivamente (Figura 1). El hecho que

<sup>1</sup> M. Sc. Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

<sup>2</sup> Téc. Agrop., Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

<sup>3</sup> Idónea arrocera, Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

<sup>4</sup> Idónea Agrop. Contrato a término finalizado

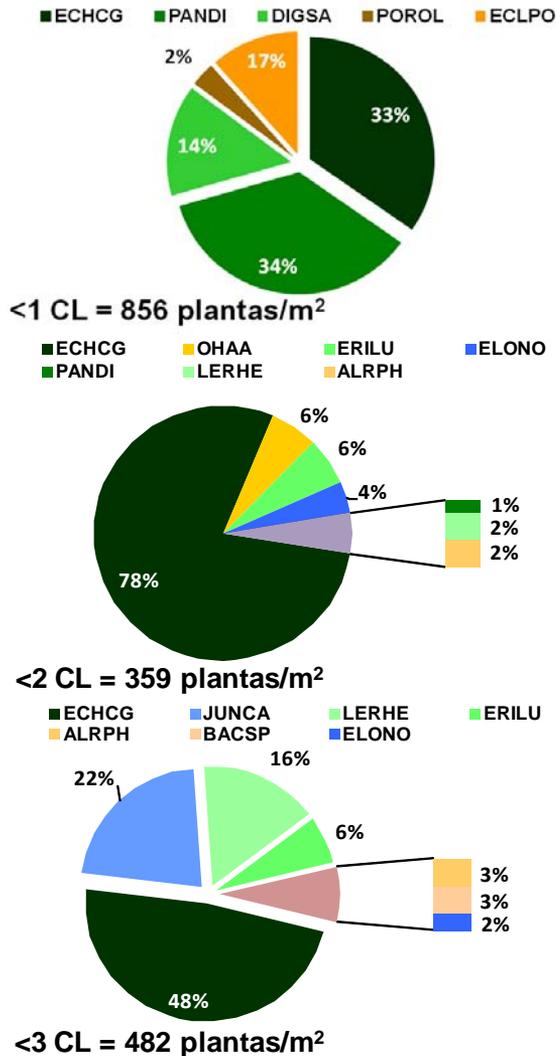


Figura 1.- Composición porcentual de las malezas presentes antes de la aspersión de KIFIX® en postemergencia temprana correspondientes al promedio de los tratamientos estudiados en distintas intensidades de arroz Clearfield® bajo siembra directa: primer arroz sobre laboreo de verano, <1 CL (superior), segundo arroz continuo, <2 CL (centro) y tercer arroz después de un barbecho de un año, <3 CL (inferior). ECHCG=*Echinochloa crus galli*, capín; PANDI=*Panicum ditochlomiflorum*; DIGSA=*Digitaria sanguinalis*, pasto blanco; ERILU=*Eriochloa lugens*, pasto ilusión; LERHE=*Leersia hexandra*, grama; POROL=*Portulaca oleracea*, verdolaga; ECLPO=*Eclipta postrata*; OHAA=otras malezas de hoja ancha anuales; ARLPH=*Alternatera philoxeroides*; BACSP=*Baccaris* spp.; ELONO=*Elocharis nodulosa*; JUNCA=juncáceas. UEPL, 2007, 2008 y 2010.

llama la atención es que son todas especies anuales de semillas muy pequeñas siendo controladas por los herbicidas empleados. En el rastreo del arroz CL debieron tener dificultades para emerger desde lo más profundo por restricciones físicas dado su tamaño y cantidad de reservas para sostener un crecimiento adecuado (Booth, et al., 2003). Otras especies de hoja ancha anuales de porte pequeño se hacen notorias en <2 CL siendo controladas antes del tercer arroz CL. Las especies perennes tanto gramíneas (ERILU, LERHE) como de hojas anchas (ALRPH) comenzaron a parecer antes del <2 CL, mientras que la perenne de hoja ancha BACSP emergió después del <2 CL durante el barbecho de un año previo al <3 CL. La juncácea ELONO apareció previamente a <2 CL pero se hicieron más abundantes otras juncáceas (JUNCA) después de <2 CL. En la figura 2, se presentan los datos de densidad de plantas abiertos para los distintos tratamientos herbicidas, las distintas historia de arroz ante de aplicar el KIFIX® en postemergencia temprana y por la clase de las de malezas a las que pertenecen las especies de interés. En <1 CL con la aplicación de 140 g/ha en preemergencia controló PANDI y DIGSA persistiendo ECHCG hasta <3 CL después de cuatro aplicaciones de 140 g/ha en la secuencia, observándose un aumento ERILU y especialmente de LERHE. Este hecho se observa en las otras dosis. LERHE aumenta también en el testigo sin imidazolinonas dificultando la siembra de la pradera subsiguiente en <3 CL. POROL y ECLPO bajan en la secuencia y en el resto, diferenciándose BACSP que nace en el invierno previo al tercer arroz CL.

**CONCLUSIONES**

En el muy corto plazo la siembra directa del arroz CL sobre su rastreo CL sin laboreo del mismo redujo dramáticamente las poblaciones de PANDI, DIGSA, POROL y ECLPO; mientras que ECHCG persistió y aumentaron las especies perennes ERILU, LERHE, ARLPH, BACSP y JUNCA. Estos hechos no aparecieron muy estrechamente asociados a los tratamientos herbicidas empleados.

**AGRADECIMIENTO**

A FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) por la financiación parcial de las actividades informadas.

**BIBLIOGRAFÍA**

BOOTH, BD; MURPHY, SD; SWANTON, CJ. Weed ecology in natural and agricultural systems. 2003. CABI Publishing

HAKANSSON, S. Weeds and weed management on arable land: an ecological approach. 2003. CABI Publishing

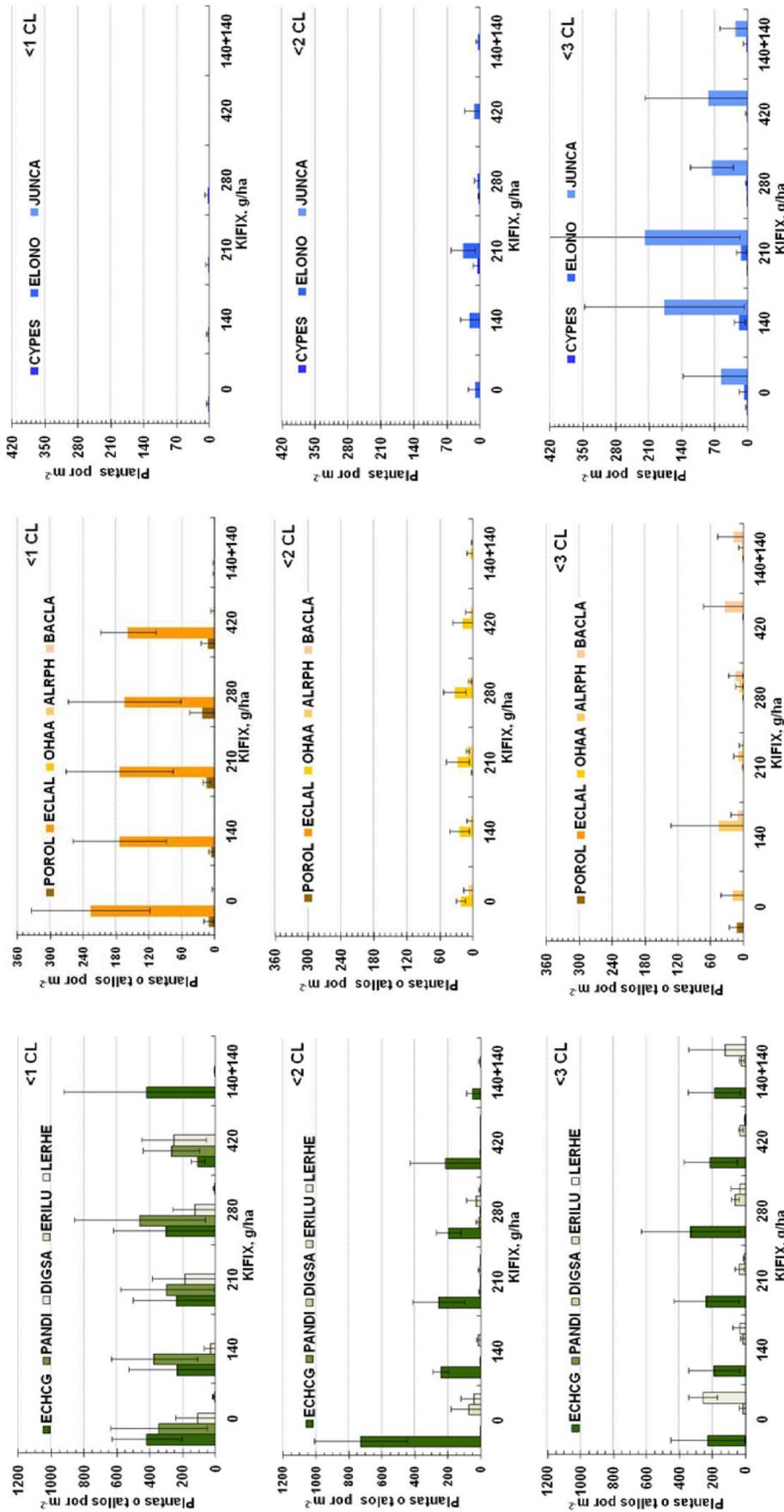


Figura 2.- Evolución de la densidad de las malezas gramíneas (izquierda), de hojas anchas (centro) y ciperáceas + juncáceas (derecha) previo a la aspersión en postemergencia de las dosis de KIFIX® en distintas intensidades del arroz Clearfield® bajo siembra directa: primer arroz sobre laboreo de verano, <1 CL (fila superior), segundo arroz continuo, <2 CL (fila centro) y tercer arroz después de un año de barbecho, <3 CL (fila inferior). UEPL, 2007, 2008 y 2010. ECHCG=*Echinochloa crus galli*, capin; PANDI=*Panicum ditochomiflorum*; DIGSA=*Digitaria sanguinalis*, pata de gallina; ERILU=*Eriochloa lugens*, pasto ilusión; LERHE=*Leersia hexandra*, grama; POROL=*Portulaca oleracea*, verdolaga; ECLPO=*Eclipta prostrata*; OHAA=otras malezas de hoja ancha anuales; ARLPH=*Alternanthera philoxeroides*; BACSP=*Baccaris* spp., chilca blanca; ELONO=*Elocharis nodulosa*; JUNCA=otras juncáceas; CYPES=*Cyperus esculentus*. Los datos representan la media ± un desvío estándar.

## EFFECTO DE LAS DOSIS DE KIFIX® Y LA INTENSIDAD DEL ARROZ CLEARFIELD® BAJO SIEMBRA DIRECTA EN LA PRODUCTIVIDAD INICIAL DE LA PRADERA SUBSIGUIENTE

N. Saldain<sup>1</sup>, B. Sosa<sup>2</sup>, A. Ferreira<sup>3</sup>, A. López<sup>4</sup>

**PALABRAS CLAVE:** imazapir, imazapic, persistencia

### INTRODUCCIÓN

La eficacia en el control de las poblaciones del arroz maleza (arroz rojo) con el uso de la tecnología Clearfield® está en función del número de individuos que hay que controlar, la dosis empleada de KIFIX® y el manejo del riego (Saldain, 2007). La actividad residual del Only® (imazetapir + imazapic, 3:1) fue dependiente de la dosis estudiada y no de la acumulación por haber asperjado en las parcelas tres años seguidos la misma dosis (Pinto, *et al.*, 2007b). Sin embargo, bajo siembra directa sin laboreo se acumuló el Only® en el horizonte subsuperficial (Kraemer, *et al.*, 2009). El KIFIX® está compuesto por imazapir e imazapic (relación 3:1) que poseen una solubilidad en agua de 11272 y de 2200 mg/L a pH 7 y 25°C; respectivamente, en cambio, el imazetapir alcanzó un valor de 1400 mg/L (Shaner, 2014). Estas características hacen que tengan el potencial de moverse hacia horizontes subsuperficiales dependiendo de la conductividad hidráulica del suelo, y además, tener cierto grado de movimiento ascendente en función de la altura de la napa freática en el período de barbecho (Bundt, *et al.*, 2011). Después de inundar el cultivo de arroz, el pH de la solución del suelo tiende hacia un valor de 7 conforme aumenta el tiempo de inundación. Estos herbicidas se mueven más hacia el horizonte subsuperficial con pH del suelo de 6,4 que si fuese 4,7 o 5,4 (Pinto, *et al.*, 2007b; Refatti, *et al.*, 2013). La productividad del raigrás fue reducida cuando se sembró a la semana de la cosecha del arroz Clearfield® (Pinto, *et al.*, 2007a; Saldain *et al.*, 2012) y también en el trébol rojo, especialmente cuando el contenido de arena del suelo es más elevado (Saldain *et al.*, 2012). La profundidad de suelo que puede explorar una planta juega un rol importante en el efecto de la persistencia de las imidazolinonas. La afectación de la producción de forraje del raigrás fue independientemente de la profundidad del suelo mientras que el arroz no tolerante siguiente mostró menos daño cuando mayor espesor tenía el suelo explorable por el sistema radicular (Bundt, *et al.*, 2015). El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de las dosis del KIFIX® y de las distintas intensidades de uso del arroz Clearfield® en la productividad de la pradera subsiguiente.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujo un experimento en la Unidad Experimental del Paso de la Laguna (UEPL) con arroz CL sembrándose en 2007y en 2008. Las dosis de KIFIX® evaluadas fueron 0, 140, 210, 280, 420 asperjados en postemergencia temprana y un tratamiento con 140 en preemergencia seguido de 140 g/ha en postemergencia temprana. Éstos fueron aplicados sobre un laboreo de verano en el primer arroz CL (1 CL) y en un rastrojo CL (2 CL) en el segundo. A los testigos sin imidazolinonas se les aplicó Command (0,8 l/ha) en preemergencia seguido de una segunda aspersión de Nominee + Facet SC (100 g/ha + 1,5 l/ha). Los tratamientos herbicidas se dispusieron en bloques al azar con tres repeticiones. Las parcelas individuales tenían 4,8 m de ancho por 8 m de largo. Se inundaron entre los 3 a 5 días después de la aspersión del KIFIX® en postemergencia temprana, llevando una cobertura de 50 kg/ha de urea aplicada al macollaje previo a la inundación y otra similar al primordio en el agua. No se usó glifosato previo a ningún arroz CL. La pradera se sembró a la semana de la cosecha del arroz siendo una mezcla de trébol blanco cv. Zapicán, lotus cv. San Gabriel y raigrás cv. LE 284 a razón de 4, 8 y 14 kg/ha; respectivamente. Las leguminosas fueron inoculadas con el inoculante con la cepa específica para cada especie y se recubrieron con polvo secante para asegurar una porteción adecuada. Para la evaluación del forraje producido, se cortaron dos franjas de 1 m de ancho por 6 m de largo dejando un remanente de 5 cm de alto. Se pesó el forraje verde en el campo y se tomaron muestras para determinar la materia seca y la composición botánica. En el cuadro 1, se muestra la característica del suelo usado, y en el cuadro 2, se introducen las fechas de las actividades más relevantes realizadas. Todos los cultivos se condujeron de acuerdo a las recomendaciones existentes.

<sup>1</sup> M.Sc. Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

<sup>2</sup> Téc. Agrop. Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

<sup>3</sup> Idónea Arrocería. Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

<sup>4</sup> Idónea Agrop. Contrato a término finalizado

Cuadro 1. Características del horizonte de 0-10 cm en el suelo usado. UEPL, 2007 y 2008.

pH	C. orgánico <sup>1</sup>	Porcentaje de			Clase textural
		arena	limo	arcilla	
6,4	0,91	26	45	29	Franca

<sup>1</sup>M.O.%=C.O.% x 1,724. Laboratorio de Análisis de Suelos, plantas y Aguas, INIA La Estanzuela.

Cuadro 2. Actividades relevantes realizadas en el arroz Clearfield®. UEPL, 2007 y 2008.

Actividades relevantes en el arroz Clearfield®	Años de arroz Clearfield® (CL)	
	1año CL	2años CL
Varietal	Puitá INTA CL	Puitá INTA CL
Fecha de siembra	03-dic-2007	06-nov-2008
Baño	19-dic-2007	10-nov-2008
Fecha aspersión KIFIX®		
Preemergencia	3-dic-2007	17-nov-2008
Postemergencia temprana	10/11-ene-2008	05-dic-2008
Pradera subsiguiente		
Fecha de siembra	03-jun-2008	14-abr-2009
Cosecha del forraje producido	10-nov-2008	17-oct-2009
Días después de la siembra (DDS)	150	160

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis estadístico se realizó para cada ensayo individualmente dado que la pastura fue sembrada en diferentes años. No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos con KIFIX® para la producción inicial de forraje de las especies sembradas después del 1CL en ninguna de las historias de arroz CL (Cuadro 1). Las diferencias entre años estuvieron en función de la siembra más temprana de la pradera y un régimen más adecuado de precipitaciones en el período de crecimiento en 2 CL (Figura 1). Si bien en ésta no hallaron diferencias significativas, se observó una tendencia a que las parcelas que

KIFIX®, g/ha	Materia seca producida por especies sembradas, kg/ha		Altura de raigrás, cm/planta	
	1 CL	2 CL	1 CL	2 CL
0	1506	3241	82 a	54
140	1630	2557	81 a	54
210	1237	2305	71 c	54
280	1313	2755	76 b	54
420	1437	1913	72 bc	55
140//140	1402	2791	74 bc	53
MDS <sub>0,05</sub>	ns	ns	4	ns

// = secuencia de una aplicación en preemergencia seguida por otra de la misma dosis en postemergencia temprana

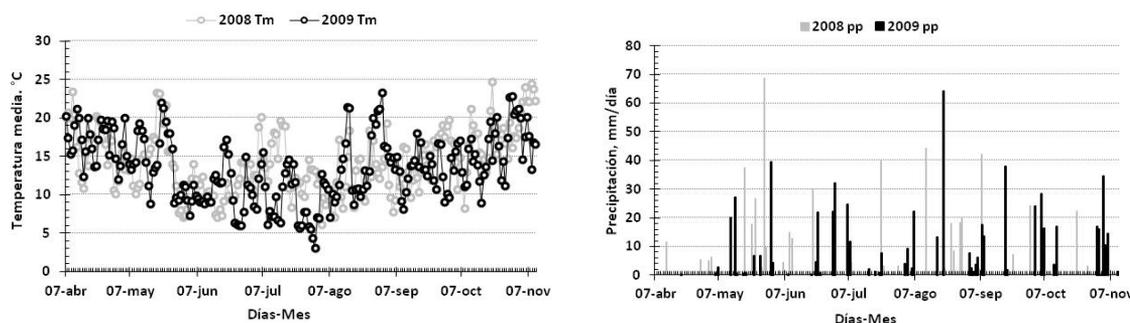


Figura1. Evolución diaria de la temperatura media del aire (Izq.) y de la precipitación (Der.) en el período comprendido entre el 7-abr al 10-nov. UEPL, 2008 y 2009.

recibieron 420 g/ha de KIFIX® comparado con el testigo sin aspersión de imidazolinonas produjeron 1328 kg/ha menos de forraje ( $p=0,0833$ ), mientras que 210 g/ha alcanzó 936 kg/ha menos aunque no fue significativamente diferente ( $p=0,1750$ ). El período de crecimiento de la pradera en el 2009 fue más húmedo que 2008 (538 vs 351 mm) lo que podría haber puesto en la solución del suelo más residuos imazapir + imazapic que podrían haber sido consumido por las especies tolerantes (trébol blanco y lotus) que crecieron bien y dejaron menos residuos disponibles para afectar al raigrás. El raigrás, que es la especie más sensible de la mezcla forrajera sembrada a los residuos del KIFIX®. En 1 CL, la pastura fue

sembrada más tardíamente, de modo que al enfrentarse a una temporada de crecimiento con menos lluvias en 2008, el raigrás exploró más suelo consumiendo más residuos de los herbicidas traduciéndose en la reducción significativa en la altura, mientras que esto no se expresó en 2009 fue más húmedo.

## CONCLUSIONES

La evolución de la temperatura y la precipitaciones en el período de crecimiento de las pasturas juegan un rol importante en determinar el volumen de forraje producido y por ende la cantidad de los residuos de imazapir + imazapic consumidos por las plantas. La disponibilidad de residuos en la solución del suelo efectiva afectarán al raigrás provocando diferentes síntomas como reducción en altura o pérdida de la productividad en función de la cantidad de residuos absorbidos.

## AGRADECIMIENTO

A FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) por la financiación parcial de las actividades informadas.

## BIBLIOGRAFÍA

**BUNDT, A.C.D., ÁVILA, L.A., SCHERNER, A., MARTINI, L.F.D., TORRES, T.** 2011. Transporte ascendente do herbicida composto pela mistura formulada de imazethapyr e imazapic em resposta á profundidade do lençol freático. In: Anais VVII Congresso Brasileiro de Arroz irrigado Volume 1 p.458-461 Eds. Noldin, J. et al. Camboriú, SC.

**BUNDT, A.C.D., ÁVILA, L.A., AGOSTINETTO, D., NOHATTO, M.A., VARGAS, H.C.** Carryover of imazethapyr + imazapic on ryegrass and non-tolerant Rice as affected by thickness of soil profile. 2015. Planta Daninha 33(2): 357-364

**KRAEMER, A.F.; MARCHEZAN, E.; GROHS, M.; AVILA, L.A.; MACHADO, S.L.O.; ZANELLA, R.; MASSONI, P.F.S.; SARTORI, G.M.S.** 2009. Lixiviação do imazethapyr em solo de várzea sob dois sistemas de manejo. Ciência Rural 39 (6): 1660-1666.

**PINTO, J.J.O.; NOLDIN, J.A.; ROSENTHAL, M.D.; ALMEIDA, G.F.; DONIDA, A.** 2007a. Efeito da atividade do herbicida imazapic + imazethapyr na cultura do azevém (*Lolium multiflorum*) semeado em sucessão a cultura do arroz Clearfield®. In: Anais V Congresso Brasileiro de Arroz irrigado Volume II p. 310-312 Eds. Magalhães et al. Pelotas, RS.

**PINTO, J.J.O.; NOLDIN, J.A.; ROSENTHAL, M.D.; DONIDA, RITCHER, R.R.; MENEZES, B.F.; PIVETA, L.B.; PINHO, C.F.** 2007b. Avaliação da atividade residual em solo da mistura formulada com os herbicidas imazapic + imazethapyr, para a cultura do arroz irrigado, cultivar IRGA 417. In: Anais V Congresso Brasileiro de Arroz irrigado Volume II p. 307-309 Eds. Magalhães et al. Pelotas, RS.

**REFATTI, J.P., ÁVILA, L.A., PIVETA, A.P., AGOSTINETTO, D., MANICA-BERTO, R., BUNDT, A.C.D., BALBÉ, D.H.** 2013. Lixiviação de imazethapir e imazapyr em solo de cultivo de arroz irrigado submetido a calagem. In: Anais VIII Congresso Brasileiro de Arroz irrigado Volume 01 p. 387-390 Eds. Marchezan, E. et al. Santa María, RS.

**SALDAIN, N.E.** Efecto de la dosis de Ki + Fix (BAS 714 H) bajo distintos manejos del riego en el control del arroz rojo. In: INIA Treinta y Tres. Resultados Experimentales 2006-2007. Treinta y Tres. INIA. Cap.5 p25-32. (Serie Actividades de Difusión 502).

**SALDAIN, N.E.** Efecto del KIFIX® (imazapir + imazapic) asperjado en el arroz Clearfield® sobre las plantas forrajeras subsiguientes en el este del Uruguay. In: INIA Treinta y Tres. Resultados Experimentales 2011-2012. Treinta y Tres. INIA. Cap.5 p32-37. (Serie Actividades de Difusión 686).

**SHANER, D.L.** Herbicide Handbook. 2014. Tenth Edition. Weed Science Society of America

## BIOENSAYO CON SEMILLAS DE EL PASO 144 DEL AGUA DE INUNDACIÓN PROVENIENTE DE PARCELAS TRATADAS CON Y SIN KIFIX®

N. Saldain<sup>1</sup>, M. Oxley<sup>2</sup>, A. López<sup>3</sup>, B. Sosa<sup>4</sup>

**PALABRAS CLAVE:** imazapir, imazapic, arroz tipo *índica*

### INTRODUCCIÓN

Al inicio del uso de la tecnología Clearfield® en el país, muchas interrogantes surgían porque no existía suficiente información experimental local sobre diversos aspectos de interés. Los ensayos con semillas de malezas o de especies cultivadas son una herramienta útil para valorar la presencia de las imidazolinonas (Kuk, et al, 2008; Oliveira, et al, 2011). El objetivo del presente trabajo fue responder a la pregunta que nos plantearon algunos colegas sobre qué pasaría si se escapa agua de una chacra con arroz Clearfield® y entra a una chacra sembrada recientemente con una variedad de arroz no Clearfield®.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujo un experimento que constaba de una secuencia de cultivos de arroz Clearfield® (CL) seguido de raigrás sembrado a la semana de la cosecha del arroz CL y posteriormente secado con glifosato en el primavera siguiente previo a la siembra de una variedad de arroz no CL en siembra directa en el rastrojo de raigrás. El experimento se repitió de manera independiente en la Unidad Experimental del Paso de la Laguna (UEPL) y en Río Branco (RB), iniciándose en 2008 y en 2009 en ambos sitios. Tres tratamientos herbicidas fueron empleados en el año del arroz CL: un testigo sin KIFIX® y dos dosis de 210 y 420 g/ha de KIFIX® asperjados en postemergencia temprana. Las parcelas individuales tenían 4,8 m de ancho por 8 m de largo y los tratamientos herbicidas se dispusieron en bloques al azar con seis repeticiones. Se tomaron muestras de agua de las parcelas sin KIFIX® (0) y de aquellas con 210 g/ha de KIFIX® (210) en los bloques impares, muestreándose a los 1, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días después de inundadas las mismas. Antes de la siembra del arroz en 2008-09, se tomaron muestras de agua de los ríos Yaguarón y Olimar para tener un testigo absoluto. Además, se colectaron alícuotas de agua en distintos puntos de las parcelas y se colocaron en frascos de vidrio color ámbar previamente tratados para que no afectara la concentración del herbicida. En ese momento, se registraba la altura de la lámina en varios puntos de las parcelas. Las muestras fueron trasladadas en conservadoras con refrigerante y el mismo día se agitaba bien cada frasco, tomándose una alícuota de cada muestra y se la colocaba en un vaso de Bohemia con una cantidad predeterminada de semilla de El Paso 144. Se dejó la semilla embeber por 24 hs a temperatura ambiente, sembrándose 25 semillas por rollo. Cada rollo estaba compuesto de tres hojas de papel de germinación que fueron embebidos en agua destilada. Se colocaron en una cámara de germinación a 25°C de temperatura constante con 8 hs de luz y 16 hs de período nocturno. A los siete días, se midieron con una regla milimetrada las longitudes de la plántula y de la raíz, mientras que por diferencia se estimó la longitud del tallo. Para optimizar el procesamiento de las muestras, se congelaban rápidamente y guardaban en el freezer, descongelándose en agua para su medida. Se usó un arreglo factorial de los tratamientos siendo un factor la ausencia o presencia de KIFIX® en la parcela y el otro factor fue el momento de recolección de agua de la inundación dispuesto en bloques al azar con tres repeticiones. En el análisis estadístico se utilizó el procedimiento Proc Mixed de SAS v 9.2 siendo la prueba de Tukey al 5% usada para la separación de medias. En el cuadro 1, se introducen las actividades más relevantes realizadas en los ensayos de los cuales se recogieron las muestras de agua.

Cuadro 1. Actividades relevantes realizadas en el arroz Clearfield®. UEPL y RB, 2008-09 y 2009-10.

Año/sitio Actividad en arroz Clearfield®	2008-09		2009-10	
	UEPL	RB	UEPL	RB
Arroz CL: Fecha de siembra	29-oct	21-oct	30-oct	18-dic
Fecha aspersión KIFIX®	22-nov	09-dic	04-dic	19-ene
Fecha de inundación	25-nov	14-dic	09-dic	25-ene

<sup>1</sup> M.Sc. Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

<sup>2</sup> Lab. Asist. Unidad de Semillas, INIA Treinta y Tres

<sup>3</sup> Idónea Agrop. Contrato a término finalizado

<sup>4</sup> Tec. Agrop. Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

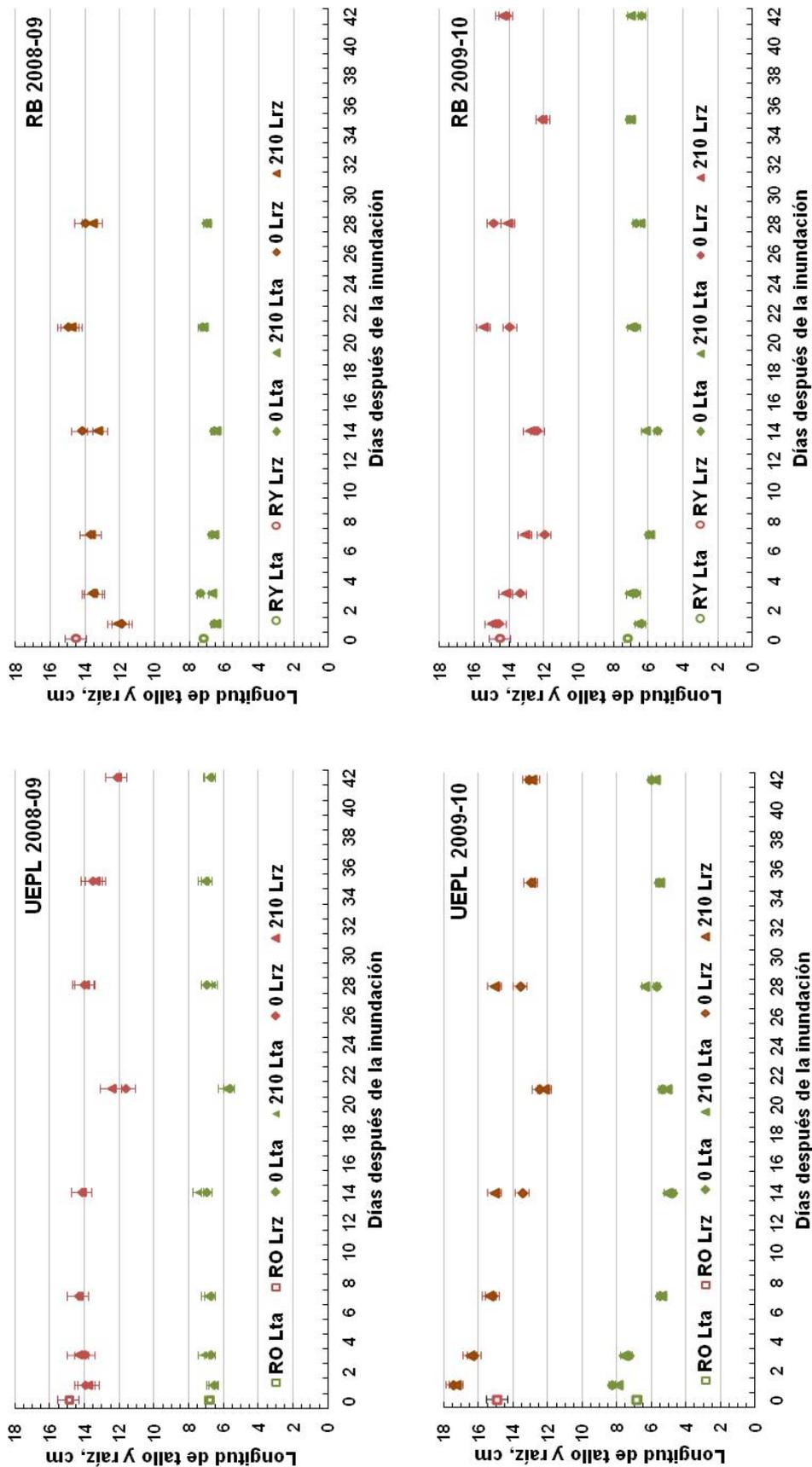


Figura 1. Longitudes del tallo (Lta) y de la raíz (Lrz) de plántulas de El Paso 144 a los siete días después de poner las semillas a germinar en condiciones estándares. Las semillas fueron previamente dejadas 24 hs en agua de inundación del arroz Clearfield® proveniente de las parcelas sin aspersión de Kifix (0) y con 210 g /ha de Kifix (210) en postemergencia temprana. Columna izquierda: UEPL (Unidad Experimental del Paso de la Laguna) y columna derecha: RB (Río Branco). Fila superior: zafra 2008-09 y fila inferior: zafra 2009-10. Los símbolos cuadrado y círculo blanco corresponden a los resultados de las pruebas realizadas con aguas de los ríos Olimar (RO) y Yaguaron (RY); respectivamente. Los símbolos representan las medias  $\pm$  un desvío estándar.

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el análisis conjunto de los cuatro ensayos, se obtuvieron interacciones significativas entre sitios y zafra para las variables medidas en la plántula de arroz como longitud de la raíz (Lrz,  $p=0,0009$ ) mientras que no se encontró para la longitud del tallo (Lta,  $p=0,2338$ ). Se presentan los resultados obtenidos abiertos por sitio y por zafra para ambas variables (Figura 1). Se aprecia que prácticamente la variable Lta alcanzó valores similares cuando las semillas de El Paso 144 son embebidas en aguas provenientes de las parcelas testigo sin KIFIX® (rombos verdes) y de las parcelas asperjadas con 210 g/ha KIFIX® (triángulos verdes). De acuerdo con la prueba de Tukey<sub>0,05</sub>, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos en ninguno de los momentos de muestreo considerado para ningún de los cuatro ensayos. Un comportamiento similar se aprecia para la variable Lrz en los cuatro ensayos. Sin embargo en promedio, se detectó que las semillas que habían sido embebidas con agua de las parcelas que recibieron 210 g/ha de KIFIX® (triángulos marrones) presentaban plántulas con Lta 2 mm más largas ( $p=0,0234$ ) y con Lrz superiores en 5 mm ( $p=0,0270$ ) que el testigo sin KIFIX® (rombos marrones).

## CONCLUSIONES

No son esperables efectos adversos en el crecimiento del Lta ni de la Lrz de la plántula de El Paso 144 cuando escapes de agua provenientes del riego utilizado en un baño para activar el KIFIX® o de precipitaciones abundantes ocurridas posteriormente la aspersión del herbicida entren en un cuadro recién sembrado con esta variedad en una chacra lindera.

## AGRADECIMIENTO

A FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) por la financiación parcial de las actividades informadas.

## BIBLIOGRAFÍA

**KUK, YI; BURGOS, NR; SHIVRAIN, VK.** 2008. Natural tolerance to imazethapyr in red rice (*Oryza sativa*). *Weed Science* 56:1-11

**OLIVEIRA, F M de; MEROTTO, A Jr; MOTTA, AL; TRENTIN, AG; MENEGUZZI, C; NENÉ, JAB.** Bioensaio para diagnostic de resistencia de capim-arroz (*Echinochloa crus galli*) aos herbicidas imidazolinonas. 2011. In Anais Vol 1. VII Congresso Brasileiro Arroz Irrigado. 09 a 12 de agosto 2011. Balneário Camboriú, SC.

## PRODUCTIVIDAD DEL AGUA- Zona Centro Comparación de Sistema de riego en diferentes Sistematizaciones Resultados de tres zafras

G. Carracelas<sup>1</sup>, C. Marchesi<sup>2</sup>, A. Lavecchia<sup>3</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Riego Intermitente, Arroz, Sistematización, Productividad Agua

### INTRODUCCIÓN

Aumentos en la productividad del agua de riego o sea más arroz producido por volumen de agua utilizado (kg grano arroz/ m<sup>3</sup> agua), podría contribuir a reducir el costo del cultivo en situaciones donde el riego se realiza por bombeos. A su vez una mayor eficiencia en la utilización del agua almacenada en represas, permitiría aumentar el área de arroz sembrada anualmente o bien regar otros cultivos en una rotación.

Los consumos de agua registrados en esta zona son considerablemente inferiores en relación a los de la Zona Norte y se encuentran en el rango de 8500 – 12250 m<sup>3</sup> agua riego/ha en la entrada de la chacra (Roel et al., 1997; Lavecchia, *et al.*, 2011; Carracelas *et al.*, 2012, 2013).

En esta zona trabajos anteriores indican que el riego intermitente determinó un ahorro de agua de 25 %, sin afectar significativamente el rendimiento en relación al riego continuo y el aumento en la productividad de agua de riego fue del 40% en relación al riego continuo (Lavecchia, *et al.*, 2011, Carracelas et al., 2012 y 2013). Los valores de productividad de agua de riego registrados en promedio fueron de 0.93 – 1.30 kg Arroz/m<sup>3</sup> para riego continuo e intermitentes respectivamente. Estos valores son muy buenos en relación a datos registrados a nivel internacional (Bouman *et al.*, 2007).

En este trabajo se presentan los resultados del análisis conjunto de las tres últimas tres zafras, realizados en la Unidad Experimental Cinco Sauces, Tacuarembó.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo de los experimentos es el de determinar manejos de riego y sistematizaciones que permitan aumentar la productividad del agua de riego y lluvia (kg arroz / m<sup>3</sup> de agua), así como reducir el consumo de agua sin afectar el comportamiento del cultivo de arroz en rendimiento y calidad.

El cultivo se sembró en las tres zafras entre el 1 - 19 de Octubre con el cultivar INIA Olimar a una densidad de 160 kg semilla/ha. Se aplicó Glifosato (3-4 L/ha) previo a la siembra, Glifosato+Clomazone 0.8 L/ha a la siembra y las aplicaciones posteriores de herbicidas variaron de acuerdo al tipo de malezas presentes en la chacra. Se fertilizó a la siembra con 160 kg/ha de 19-19-19, y 100 kg/ha de urea fraccionados a Macollaje y Primordio. Se realizaron en todas las zafras aplicaciones con fungicida preventivo y curativo para control de Piryularia.

El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas en dos bloques y los resultados fueron evaluados mediante análisis de varianza y Test de separación de medias de Fisher al 5% usando modelos del programa estadístico InfoStat versión 2012 ([www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)).

Se compararon dos tipos de sistematización según intervalo vertical: I.Convencional (IV-8cm) y II. Más Taipas (IV-4cm.) y tres sistemas de riego: 1.Riego Continuo (R.C) 2. Riego Intermitente hasta primordio (R.IP) y 3. Riego Intermitente hasta fin de ciclo (R.I).

La inundación se realizó entre 30-40 días post-emergencia con una lámina de 5-10cm de profundidad. El consumo de agua se midió con aforadores a la entrada de cada parcela.

<sup>1</sup> Ing. Agr., INIA. Programa Arroz [gcarracelas@tb.inia.org.uy](mailto:gcarracelas@tb.inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr. INIA. Programa Arroz

<sup>3</sup> Ing. Agr. INIA. Programa Arroz (hasta 2011)

En los tratamientos R.I,y R.IP una vez establecida la lámina se interrumpía el riego y se volvía a regar cuando el suelo llegaba a una situación de barro líquido. A partir de primordio en el tratamiento R.IP se realizó el mismo manejo que R.C. El riego finalizó a los 20 días previos a la cosecha.

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En la Figura 1 se presenta el consumo de agua de riego y riego + lluvia para los distintos manejos de riego y sistematización.

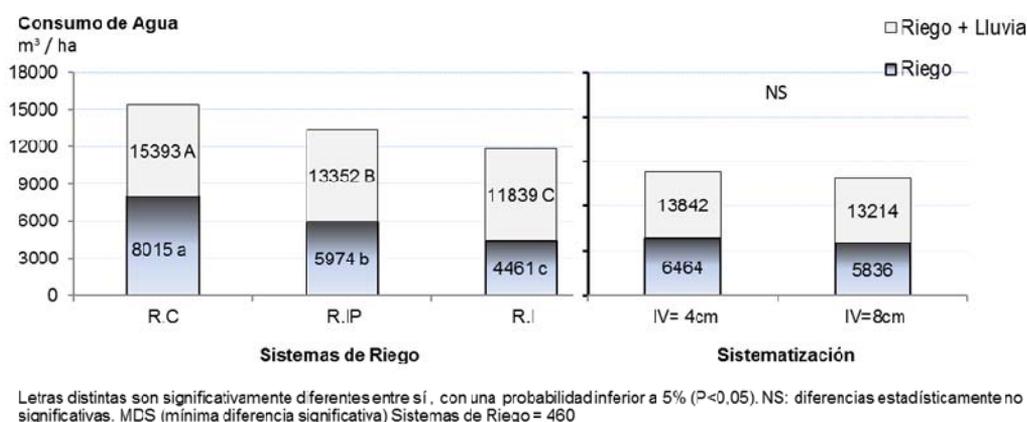


Figura 1. Consumo de agua de Riego y Total (Riego + Lluvia) para los distintos manejos de riego y tipo de sistematización según intervalo vertical (IV), UE5S Tacuarembó, promedio de Zafra 2011-12, 2012-13 y 2013-14.

En los sistemas de riego intermitente (R.IP y R.I) se registraron los menores consumos de agua, los cuales fueron significativamente inferiores en relación al riego continuo determinando un ahorro en el consumo de agua de riego de 25% y 44% respectivamente (P<0.05).

La sistematización de la chacra no determino diferencias significativas en el consumo de agua (Figura 1) y tampoco afectó el rendimiento, calidad industrial y productividad del agua como se observa en el Cuadro 2 (P<0.05).

Cuadro 2. Comparación de rendimiento de arroz seco y limpio (SL), calidad industrial y productividad (kg Arroz/m³ agua) para tres sistemas de riego y dos tipos de sistematización. UE5S Tacuarembó, promedio de Zafra 2011-12, 2012-13 y 2013-14.

Sitio=Cinco Sauces Tacuarembó	Rendimiento SL kg/ha	Calidad %		Productividad kg	
		Blanco	Entero	Riego	Riego + Lluvia
<b>Sistema de Riego</b>					
Continuo R.C	7850	69.22	62.73 a	0.99 c	0.52 c
Intermitente a Primordio R.IP	7446	69.17	62.17 ab	1.31 b	0.57 b
Intermitente a final R.I	7843	69.08	61.94 b	2.00 a	0.68 a
MDS (P<0.05)	NS	NS	0.63	0.17	0.04
<b>Sistematización</b>					
IV= 4cm	7691	69.1	61.95	1.30	0.57
IV=8cm	7735	69.2	62.61	1.57	0.60
MDS (P<0.05)	NS	NS	NS	NS	NS
CV %	12.12	0.71	1.95	22.44	12.16

Letras diferentes en una misma columna son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% (P<0,05). MDS: mínima diferencia significativa. NS: diferencias estadísticamente no significativas. CV: coeficiente de variación

Si bien el Rendimiento en grano obtenido en los manejos de riego intermitente fue en promedio un 3% inferior en relación al riego continuo (4 bolsas de arroz menos), no existieron diferencias significativas

entre los distintos manejos de riego ( $P < 0.05$ ). Se observó sí una pérdida de calidad industrial por un menor porcentaje de entero en el riego intermitente (R.I). El R.IP determinó valores intermedios de este indicador sin diferencias significativas con los otros manejos R.C y R.I., lo que resalta la importancia de extremar los cuidados en el manejo de riego durante el periodo de floración y llenado de grano.

Las productividades de agua de riego fueron muy buenas en todos los tratamientos existiendo diferencias significativas entre los distintos sistemas de riego (Cuadro 2) ( $P < 0.05$ ). Estos valores están asociados a los bajos consumos de agua registrados especialmente en los manejos de riego intermitente a la entrada de la chacra, debido a que en las tres zafras las precipitaciones fueron altas con un promedio de 738 mm durante el ciclo del cultivo (Octubre a Marzo).

## CONCLUSIONES

Los manejos de riego intermitentes determinaron un 35 % de ahorro en el consumo de agua de riego en relación al riego continuo.

El Rendimiento en grano entre los distintos manejos del riego no presentó diferencias significativas.

En relación a la Calidad Industrial, no existieron diferencias en el porcentaje de Blanco entre los distintos manejos de riego pero el manejo de riego intermitente determinó un menor porcentaje de Entero en relación al riego continuo. En todos los tratamientos, los valores de este parámetro fueron muy buenos y estuvieron muy por encima del nivel mínimo establecido por la Industria.

El manejo de riego intermitente en promedio permitió un incremento del 67% en la productividad de agua de riego y 20% al considerar el agua total (riego+lluvia) en relación al riego continuo.

Las productividades de agua de riego registradas fueron muy buenas con valores de 0.99 y 1.65 Kg Arroz SL /m<sup>3</sup> de agua, en el sistema de riego continuo y promedio de riegos intermitentes respectivamente.

El tipo de sistematización de chacra no presentó diferencias significativas en el consumo de agua de riego, rendimiento de grano, calidad industrial y productividad del agua.

## BIBLIOGRAFÍA

**BOUMAN, B.A.M.; LAMPAYAN, R.M.; TUONG, T.P.** 2007. Water management in irrigated rice: coping with water scarcity. Los Baños, Philippines: IRRI. 54 p.

**CARRACELAS, G.; MARCHESI, C.; LAVECCHIA, A.** 2012. Manejo del cultivo: Riego. In: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2011-2012, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. Cap. 2. p. 23-47. (Serie Actividades de Difusión 690)

**CARRACELAS, G.; MARCHESI, C.; LAVECCHIA, A.** 2013. Manejo del cultivo: Riego. In: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2011-2012, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. Cap. 2. p. 23-47. (Serie Actividades de Difusión 715)

**LAVECCHIA, A.; MARCHESI, C.; CASANOVA, S.** 2011. Manejo del cultivo: Riego. In: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2010-2011, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. Cap. 3. p. 1-7. (Serie Actividades de Difusión 652)

**ROEL, A.; LAVECCHIA, A.; MENDEZ, J.** 1997. Riego. Consumo de agua en Chacras de Productores. In: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 1996-1997, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. Cap. 10. p. 1-3 (Serie Actividades de Difusión 143)

## PRODUCTIVIDAD DEL AGUA- Zona Norte Comparación de Sistema de riego en diferentes Sistematizaciones Resultados de tres zafras

G. Carracelas<sup>1</sup>, C. Marchesi<sup>2</sup>, A. Lavecchia<sup>3</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Riego Intermitente, Arroz, Sistematización

### INTRODUCCIÓN

La productividad del agua se define como la cantidad de arroz obtenida (Kg arroz) por m<sup>3</sup> de agua utilizada. En este trabajo se considera el agua de riego y agua total la cual incluye las precipitaciones. Aumentos en el valor de este indicador se pueden lograr mediante un ahorro en el consumo de agua y/o mejorando el rendimiento o sea más o igual arroz con menos agua.

Maximizar la productividad del agua es importante ya que un ahorro en el consumo de agua nos permitiría disminuir los costos en caso que el riego sea por bombeo, aumentar el área de arroz sembrada y/o destinar agua para regar otros cultivos en una rotación. A su vez un mejor aprovechamiento del agua de lluvia permitiría disminuir la cantidad de agua de riego utilizada reduciendo el impacto que tiene el cultivo en la huella del agua (Chapagain A.K. y Hoekstra A.Y., 2011) y en estudios del ciclo de vida del cultivo de arroz (Life Cycle assesment) (Thanawong, *et al.*, 2014).

La implementación del riego intermitente en la región Norte determinó un aumento del 27% en la productividad del agua de riego en relación al riego continuo, un 30 % de ahorro en el consumo de agua pero una reducción del 8% en el rendimiento de arroz (14 bolsas menos por hectárea) (Bocking *et al.*, 2008; Lavecchia *et al.*, 2009; Carracelas *et al.* 2012 y 2013).

El objetivo de los experimentos es el de determinar la productividad del agua de riego y lluvia (kg arroz / m<sup>3</sup> de agua), consumo de agua y comportamiento del cultivo de arroz en rendimiento y calidad en diferentes manejos del riego y diferentes tipos de sistematización.

En este trabajo se presentan los resultados del análisis conjunto de las tres últimas tres zafras, realizados en la Unidad Experimental Paso Farias, Artigas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La fecha de siembra del cultivar INIA Olimar fue en promedio de las zafras el 21 de Octubre, las dos primeras zafras a principios de Noviembre y en la última a fines de Setiembre, con una densidad de 160 kg semilla /ha. Las siembras fueron realizadas sobre un rastrojo de raigrás quemado con glifosato (3-4 L/ha) y las fertilizaciones basales fueron de aproximadamente 100 kg/ha con 18-46 y se refertilizó con 100 kg/ha de urea fraccionados en macollaje y primordio. En relación a los herbicidas utilizados fueron diferentes en las zafras evaluadas de acuerdo al tipo de malezas e historia previa de la chacra, pero en términos generales se utilizaron Clomazone 0.9 L/ha, Penoxsulam a 165 L/ha en Diciembre y en la última zafra se utilizó además Propanil 3.5 L/ha.

Los tratamientos que se comparan incluyen dos tipos de sistematización según intervalo vertical: I. Convencional (IV-8cm) y II. Más Taipas (IV-4cm.) donde la altura y tamaño de las taipas es la misma en ambas. Los tratamientos de riego fueron: 1. Riego Continuo (R.C), 2. Riego Intermitente a primordio (R.IP) y 3. Riego Intermitente a fin del ciclo (R.I). En R.C, luego de la inundación se mantiene una lámina continua de 5-10 cm durante todo el ciclo del cultivo. En R.I se establece la misma lámina de 5-10cm la cual se deja resumir y se vuelve a regar cuando el suelo llega a una situación de barro líquido. En R.IP el riego se maneja igual a R.I hasta primordio y luego se maneja igual que R.C. El riego finalizó en todos los tratamientos 20 días previos a la cosecha. El consumo de agua se midió con aforadores a la entrada de cada parcela.

<sup>1</sup> Ing. Agr., INIA. Programa Arroz [gcarracelas@tb.inia.org.uy](mailto:gcarracelas@tb.inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr. INIA. Programa Arroz

<sup>3</sup> Ing. Agr. INIA. Programa Arroz (hasta 2011)

El diseño experimental fue de parcelas divididas con 3 repeticiones y dos bloques. Los resultados fueron evaluados usando modelos del programa estadístico InfoStat versión 2012 ([www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)), donde se estableció un nivel mínimo de significancia de  $P < 0.05$ .

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Existieron diferencias estadísticamente significativas en relación al consumo de agua de riego y riego+lluvia entre los distintos tratamientos de riego mientras que no existieron diferencias por sistematización ( $P < 0.05$ ) (Figura 1). Los altos valores registrados en el consumo total (riego + lluvia) están explicados por las altas precipitaciones ocurridas 733 mm en promedio de las tres zafras.

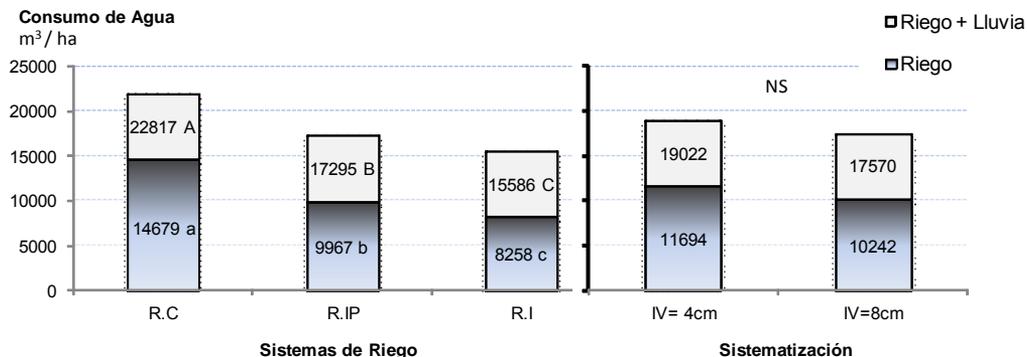


Figura 1. Consumo de agua de Riego y agua de Riego+Lluvia para los distintos tratamientos de riego y tipo de sistematización según intervalo vertical (IV), UEPF Artigas, promedio de Zafras 2011-12, 2012-13 y 2013-14.

Los sistemas de riego intermitente determinaron ahorros importantes en el consumo de agua en relación al riego continuo, 4712 m<sup>3</sup> agua /ha y 6421 m<sup>3</sup> agua /ha para los tratamientos R.IP y R.I respectivamente. Esto implica un ahorro en el uso de agua del 32% en R.IP y 44% en R.I, respecto al R.C.

En el cuadro 2 se presenta el efecto de los sistemas de riego y sistematizaciones evaluadas en el rendimiento, calidad Industrial y productividad de agua de riego y riego+lluvia.

Los sistemas de riego intermitente determinaron una reducción en el rendimiento del 11 %, o sea aproximadamente 19 bolsas menos de arroz en comparación con el riego continuo ( $P < 0.05$ ).

En relación a la calidad Industrial, los menores porcentajes de Blanco y Entero se registraron en el tratamiento R.I ( $P < 0.05$ ) Es importante mencionar que para el % de Entero la interacción Riego X Sistematización fue significativa registrándose una mayor disminución de este indicador por implementar el riego intermitente cuando la chacra fue sistematizada a IV=8cm ( $P < 0.05$ ).

Los mayores valores de productividad del agua de riego y riego + lluvia se registraron en R.I con valores de 0.88 y 0.46 Kg Arroz /m<sup>3</sup> agua respectivamente. Los valores de productividad registrados están alineados en relación a los reportados a nivel internacional ( Bouman et al., 2007).

La sistematización con más taipas (IV=4cm) determinó un rendimiento de 394 kg superior ( 8 bolsas más por ha) en relación a la convencional, sin embargo estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

## CONCLUSIONES

El consumo de agua en sistemas de riego continuo promedio de tres zafras en la zona Norte es de 14679 m<sup>3</sup> agua Riego /ha. Los sistemas de riego intermitente a primordio e intermitente durante todo el ciclo determinaron consumos de agua de riego significativamente inferiores, de 9967 y 8258 m<sup>3</sup> agua/ha respectivamente.

Los sistemas de riego intermitente estudiados permiten realizar en promedio un importante ahorro en el consumo de agua de riego (38 %) en relación al riego continuo. Estos sistemas permiten realizar una mejor utilización del agua de lluvia.

Cuadro 2. Comparación de rendimiento de arroz seco y limpio (SL), calidad industrial y productividad (kg Arroz/m<sup>3</sup> agua) para tres sistemas de riego y dos tipos de sistematización. UEPF Artigas, promedio de Zafra 2011-12, 2012-13 y 2013-14.

Sitio= Paso Farias Artigas	Rendimiento SL kg/ha	Calidad %		Productividad kg	
		Blanco	Entero	Riego	Riego + Lluvia
<b>Sistema de Riego</b>					
Continuo R.C	8115 a	68.85 ab	60.96 a	0.57 c	0.38 c
Intermitente a Primordio R.IP	7226 b	68.93 a	60.46 a	0.73 b	0.42 b
Intermitente a final R.I	7149 b	68.72 b	58.92 b	0.88 a	0.46 a
MDS (P<0.05)	461	0.16	1.19	0.06	0.03
<b>Sistematización</b>					
IV= 4cm	7694	68.9	60.85	0.69	0.41
IV=8cm	7300	68.8	59.38	0.77	0.43
MDS (P<0.05)	NS	NS	NS	NS	NS
CV %	11.93	0.45	3.85	15.35	12.56

Letras diferentes en una misma columna son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% (P<0,05). MDS: mínima diferencia significativa. NS: diferencias estadísticamente no significativas. CV: coeficiente de variación

La implementación de un sistema de riego intermitente implica una reducción en rendimiento de aproximadamente 11 % (19 bolsas de arroz), en relación al riego continuo.

El riego intermitente permite un importante aumento de la productividad del agua de riego ( 41 %) y de agua de riego+lluvia (16 %) en relación al riego continuo.

El tipo de sistematización no presentó diferencias significativas en el consumo de agua de riego, rendimiento de grano, calidad industrial y productividad del agua (P<0.05).

## BIBLIOGRAFÍA

- BÖCKING, B; BANDEIRA, S.; CARNELLI, J.P.; GARCÍA, G; MARELLA, M.; MARCO, M.; MOOR, J.C.; HENDERSON, J.P.; GUSONNI, A.; LAVECCHIA, A.** 2008. Manejo del cultivo: Riego intermitente una alternativa que debemos ir incorporando en nuestros sistemas de riego. Resumen de tres años de trabajos sobre el tema. In: Presentación resultados experimentales de arroz, zafra 2007-2008, INIA Tacuarembó. Tacuarembó: INIA. p. 77-100. (Serie Actividades de Difusión 543).
- BOUMAN, B.A.M.; LAMPAYAN, R.M.; TUONG, T.P.** 2007. Water management in irrigated rice: coping with water scarcity. Los Baños, Philippines: IRRI. 54 p.
- CARRACELAS, G.; MARCHESI, C.; LAVECCHIA, A.** 2012. Manejo del cultivo: Riego. In: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2011-2012, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. Cap. 2. p. 23-47. (Serie Actividades de Difusión 690)
- CARRACELAS, G.; MARCHESI, C.; LAVECCHIA, A.** 2013. Manejo del cultivo: Riego. In: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2011-2012, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. Cap. 2. p. 23-47. (Serie Actividades de Difusión 715)
- CHAPAGAIN, A.; HOEKSTRA, A.Y.** 2011. The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. Ecological Economics, v. 70, p.749 - 758.
- LAVECCHIA, A.** 2009. Manejo del cultivo: Riego. In: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2008-2009, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. Cap. 3. p. 1-14. (Serie Actividades de Difusión 585)
- THANAWONG, K., PERRET S.R., BASSET-MENS C.** 2014. Eco-efficiency of paddy rice production in Northeastern Thailand: a comparison of rain-fed and irrigated cropping systems. In: Journal of Cleaner Production xxx (2014) 1-14.

## SISTEMAS DE RIEGO Y SISTEMATIZACIONES MÚLTIPLES TAIPAS EN EL NORTE

### Análisis conjunto de dos zafras

G. Carracelas<sup>1</sup>, C. Marchesi<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Riego, Arroz, Sistematización, Múltiples taipas

#### INTRODUCCIÓN

En zafras anteriores se han realizado numerosos estudios con el fin de determinar manejos de riego y sistematizaciones que permitan reducir el consumo de agua, bajar los costos de riego y mano de obra del cultivo, aumentar la productividad del agua de riego y lluvia (kg arroz SSL / m<sup>3</sup> de agua), sin afectar el rendimiento y calidad del cultivo de arroz. El consumo de agua en sistemas de riego continuo promedio de tres zafras en la zona Norte fue de 14679 m<sup>3</sup> agua Riego /ha a la entrada de los experimentos. Los sistemas de riego intermitente en la región Norte determinaron un 38 % de ahorro en el consumo de agua, una reducción del 11% en el rendimiento de arroz (19 bolsas menos por hectárea) y un aumento del 41 % en la productividad del agua de riego en relación al riego continuo (Carracelas *et al.* 2012, 2013 y 2014). Las sistematizaciones realizadas a diferentes intervalos verticales con el taipero convencional, no determinaron diferencias significativas en ninguno de dichos parámetros evaluados. En las últimas zafras se incorporó otro tipo de sistematización múltiples taipas con taipas de menor altura y forma triangular sin desgote. A nivel comercial las ventajas de este sistema están asociadas a una mayor velocidad y uniformidad de riego, mejores condiciones para la siembra sobre taipas por su menor altura sin desgote, lo cual determinaría una mejor uniformidad del cultivo en las chacras.

En este trabajo se presentan los resultados del análisis conjunto de las dos zafras recientes, realizados en la Unidad Experimental de Paso Farías, Artigas.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo de este trabajo es determinar nuevas sistematizaciones y prácticas de manejos de riego que permitan reducir el consumo de agua, facilitar el riego, aumentar la productividad del agua sin afectar negativamente la calidad y el rendimiento del cultivo de arroz (producir más o igual arroz con menos agua).

El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas en dos bloques y los resultados fueron evaluados mediante análisis de varianza y Test de separación de medias de Fisher al 5% usando modelos del programa estadístico InfoStat versión 2012 ([www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)).

Se compararon tres tipos de sistematización (parcela grande) según intervalo vertical y tipo de taipa: I. Convencional: intervalo vertical de 8cm (IV8), II. Más Taipas a un intervalo vertical de 4cm (IV4.), III. Múltiples Taipas (MT) (mayor proximidad entre taipas posible de acuerdo a la pendiente del terreno) y tres sistemas de riego (parcela menor): 1. Riego Continuo (R.C) 2. Riego Intermitente hasta primordio (R.IP) y 3. Riego Intermitente hasta fin de ciclo (R.I). En los intervalos verticales IV8 e IV4 se realizaron las taipas con el taipero convencional mientras que en el sistema MT se utilizó un taipero modificado quedando una taipa de forma triangular, de menor altura y sin desgote.

En ambas zafras la fecha de siembra del cultivar INIA Olimar fue el 25 de Setiembre, con una densidad de 160 kg de semilla por hectárea. Las siembras fueron realizadas sobre un rastrojo de raigrás quemado con glifosato (4 L/ha) y las fertilizaciones basales fueron de 100 kg/ha con 18-46 en ambas zafras. En la zafra 2014-15 se fertilizó además con 60kg de KCl y se refertilizó con urea fraccionados en macollaje y primordio a razón de 100 y 120 kg/ha para las zafras 2013/14 y 2014/15 respectivamente. En relación a los herbicidas utilizados en ambas zafras se aplicó Clomazone (0.8-0.9 L/ha) y Glifosato (3L/ha) previo a la siembra, luego se realizó una segunda aplicación de Clomazone post emergencia (0.45-0.6 L/ha) a fines de Octubre. En la zafra 2013-14 se aplicó Propanil (3.5 L/ha) y luego Penoxsulam a 0.160-0.175 L/ha.

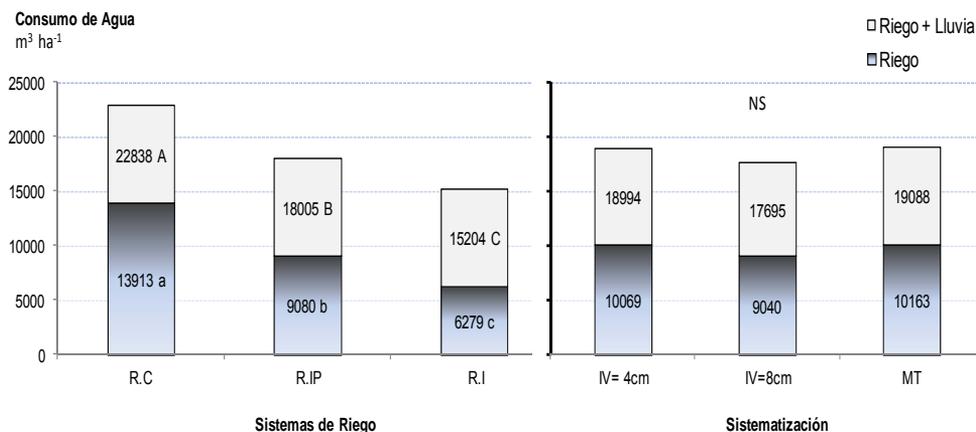
El consumo de agua se midió con aforadores a la entrada de cada parcela. En R.C, se mantiene una lámina continua de 5-10 cm luego de la inundación durante todo el ciclo del cultivo. En R.I se establece la misma lámina de 5-10cm la cual se deja resumir y se vuelve a regar cuando el suelo llega a una situación de barro líquido. En R.IP el riego se maneja igual a R.I hasta primordio y luego se maneja igual que R.C. El riego finalizó en todos los tratamientos 20 días previos a la cosecha.

<sup>1</sup> Ing. Agr., INIA. Programa Arroz [gcarracelas@tb.inia.org.uy](mailto:gcarracelas@tb.inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr. INIA. Programa Arroz

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En la figura 1 se presentan los resultados de la comparación del consumo de agua entre los distintos tratamientos.



Letras distintas son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% ( $P < 0.05$ ). NS: diferencias estadísticamente no significativas. MDS (mínima diferencia significativa) Sistemas de Riego = 1042, CV (coeficiente de Variación) = 12

Figura 1. Resultados de la comparación del consumo de agua para tres sistemas de riego y tres tipos de sistematización. UEPF Artigas, Promedio Zafra 2013-14 y 2014-15.

Se registraron diferencias significativas entre sistemas de riego, donde los riegos intermitentes permitieron realizar un importante ahorro de agua del orden de 35% en R.IP y 55% en R.I en relación al riego continuo ( $P < 0.05$ ). En las dos zafra las precipitaciones fueron altas con un promedio de 893 mm durante el ciclo del cultivo (Octubre a Marzo) y los manejos de riego intermitente permitieron realizar un mejor aprovechamiento del agua de lluvia. La sistematización de la chacra no determinó diferencias significativas en el consumo de agua de riego ( $P < 0.05$ ).

Los días a floración (50%) en los distintos tratamientos no fueron afectados significativamente por el tipo de riego y sistematización (Cuadro 2) ( $P < 0.05$ ).

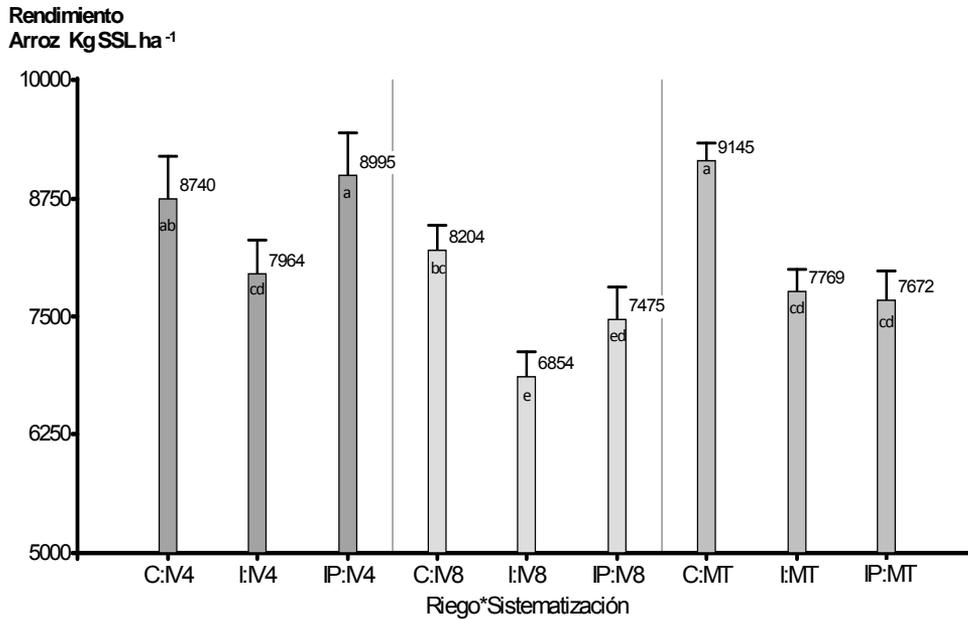
Los sistemas de riego intermitente determinaron una importante disminución del rendimiento en relación a RC, de 648 kg y 1167 kg de arroz SSL ha<sup>-1</sup> para RIP y RI respectivamente como se observa en el Cuadro 2 ( $P < 0.05$ ). La interacción manejo de riego y sistematización fue significativa para rendimiento ( $P < 0.05$ ) ya que la sistematización con múltiples taipas (MT) determinó mejores rendimientos en relación a la convencional (IV8) en el manejo de riego continuo (R.C) e intermitente hasta fin de ciclo (R.I) (Fig.2).

Cuadro 2. Comparación de rendimiento de arroz sano, seco y limpio (SSL), calidad industrial y productividad (kg Arroz m<sup>3</sup> agua<sup>-1</sup>) para tres sistemas de riego y tipos de sistematización. UEPF Artigas, promedio de Zafra 2012-13 y 2013-14.

Sitio= Paso Farias Artigas	Días a 50% Floración	Rendimiento SSL kg/ha	Calidad %		Productividad kg Arroz/m <sup>3</sup> Agua	
			Blanco	Entero	Riego	Riego + Lluvia
<b>Sistema de Riego</b>						
Continuo R.C	101	8696 a	69.13 a	61.03 a	0.65 c	0.38 c
Intermitente a Primordio R.IP	102	8048 b	69.10 a	60.10 a	0.92 b	0.45 b
Intermitente a final R.I	104	7529 c	68.77 b	56.71 c	1.31 a	0.50 a
MDS ( $P < 0.05$ )	NS	378	0.175	1.232	0.05	0.02
<b>Sistematización</b>						
IV= 4cm	103	8566	69.13	60.37	0.94	0.46
MT- Múltiples Taipas	102	8195	69.17	60.54	0.99	0.44
IV=8cm	103	7511	68.7	56.92	0.94	0.43
MDS ( $P < 0.05$ )	NS	NS	NS	NS	NS	NS
<b>Interacción</b>						
<b>Riego*Sistematización</b>	NS	Sig.**	Sig.*	Sig.**	Sig.**	Sig.**
CV %	3.87	9.96	0.54	4.43	12.17	10.33

Letras diferentes en una misma columna son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% ( $P < 0.05$ ). MDS: mínima diferencia significativa. NS: diferencias estadísticamente no significativas. CV: coeficiente de variación Sig\*:  $P < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$

Las sistematizaciones con más taipas (MT e IV4) con sistemas de RC e RIP respectivamente presentaron un mayor rendimiento en relación a la sistematización convencional (IV8) ( $P < 0.05$ ). (Figura 2). El mejor rendimiento fue de 183 bolsas de arroz o 9145 kg Arroz SSL/ha y se registró en el manejo de riego continuo con la sistematización de MT. Este tratamiento no fue significativamente diferente a RC y RIP en IV 4 ( $P < 0.05$ ).



Letras distintas son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% ( $P < 0.05$ ). MDS (mínima diferencia significativa) Sistemas de Riego X Sistematización = 654, CV = 9.96%.

Figura 2. Rendimiento registrados en cada tratamiento, interacción significativa Sistema de Riego x Sistematización, UEPF Artigas, Análisis conjunto de Zafras 2013-14 y 2014-15.

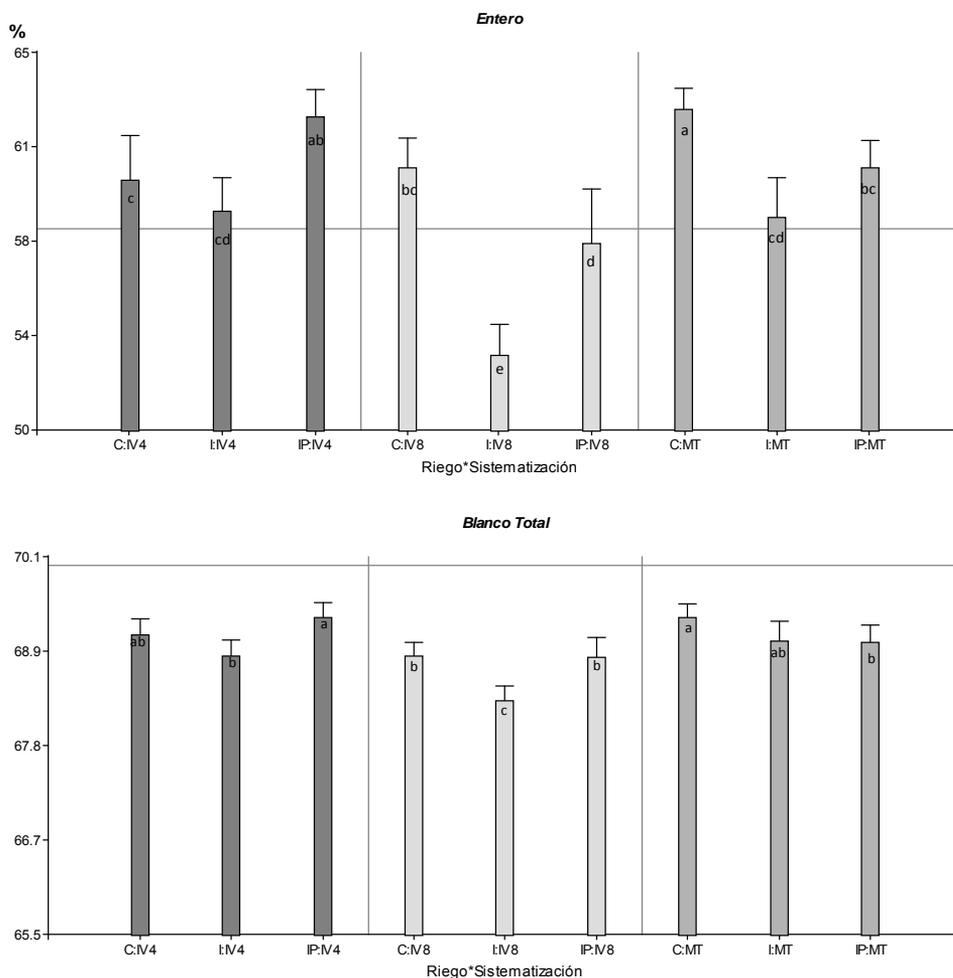
En relación a la calidad Industrial existió en promedio un menor porcentaje de Blanco Total y Entero en los manejos de riego intermitente (R.I) (Cuadro 2). En las sistematizaciones no convencionales (MT e IV4) todos los manejos de riego estuvieron por encima del nivel mínimo crítico establecido por la Industria. Los mayores valores de Entero se registraron en MT y IV4 mientras que la sistematización convencional con riego intermitente registró la menor Calidad Industrial (Figura 3).

Las productividades de agua de riego fueron muy buenas en todos los tratamientos existiendo diferencias significativas entre los distintos sistemas de riego e interacción entre riego y sistematización (Cuadro 2 y 3) ( $P < 0.05$ ). La mayor productividad de agua de riego se registró en el sistema de riego intermitente RI con MT ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 3. Comparación de productividad del agua de Riego y Riego+Lluvia (kg Arroz SSL  $m^3$  agua<sup>-1</sup>) para tres sistemas de riego y tres tipos de sistematización. UEPF Artigas, Promedio Zafras 2013-14 y 2014-15.

Sitio= Paso Farias Artigas		Productividad kg Arroz /m <sup>3</sup> Agua	
Sistematización	Riego	Riego	Riego + Lluvia
<b>Multiples Taipas -MT</b>	Continuo R.C	0.61 e	0.38 f
	Intermitente a Primordio R.IP	0.88 d	0.43 de
	Intermitente a final R.I	1.47 a	0.53 a
<b>Int. Vertical = 4cms - IV4</b>	Continuo R.C	0.64 e	0.39 f
	Intermitente a Primordio R.IP	0.98 c	0.49 b
	Intermitente a final R.I	1.21 b	0.50 ab
<b>Convencional - IV8</b>	Continuo R.C	0.69 e	0.39 ef
	Intermitente a Primordio R.IP	0.89 cd	0.43 cd
	Intermitente a final R.I	1.25 b	0.47 bc
<i>Mínima Diferencia Significativa: MDS (P&lt;0.05)</i>		0,09	0,04
<i>Coficiente de Variación: CV %</i>		12,2	10,3

Letras diferentes en una misma columna son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% ( $P < 0.05$ ). NS:Diferencias estadísticamente no significativas.



Letras distintas son significativamente diferentes entre sí, con una probabilidad inferior a 5% ( $P < 0,05$ ). MDS (mínima diferencia significativa) Sistemas de Riego X Sistemización. MDS Entero=2.13, CV=4.40%; MDS Blanco Total=0.304, CV=0.54%.

Figura 3. Calidad Industrial de Entero (%) y Blanco Total (%) para cada tratamiento, interacción significativa Sistema de Riego x Sistemización, UEPF Artigas, Análisis conjunto de Zafra 2013-14 y 2014-15.

## CONCLUSIONES

Los sistemas de riego intermitente determinaron un ahorro importante del 45% en el consumo de agua de riego en relación al manejo riego continuo (6244 m<sup>3</sup> de agua menos).

El tipo de sistematización de chacra no presentó diferencias significativas en el consumo de agua de riego.

Los manejos de riego continuo superaron en 908 kg Arroz SSL /ha (18 bolsas) a los manejos de riego intermitente en promedio.

El rendimiento más alto (9145kg Arroz SSL /ha) se registró en el sistema de riego continuo con la sistematización de múltiples taipas, sin diferencias significativas con el manejo de riego intermitente a primordio y continuo en la sistematización a un intervalo vertical de 4 cms (IV4).

Las sistematizaciones con mayor número de taipas (MT e IV4) con sistemas de RC y RIP respectivamente presentaron mayores rendimientos en relación a la sistematización convencional independientemente del manejo de riego realizado (IV8).

La calidad Industrial fue superior en las sistematizaciones con más taipas principalmente cuando se realiza un riego continuo. El menor porcentaje de Entero e inferior al nivel crítico establecido por la industria se registró en el manejo de riego intermitente (R.I) en la sistematización convencional (IV8).

La mayor productividad se registró en el riego intermitente durante todo el ciclo con la sistematización múltiples taipas con un registro de 1.47 kg Arroz SSL/ m<sup>3</sup> agua de riego.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

**CARRACELAS, G.; MARCHESI, C. LAVECCHIA, A. 2014.** Productividad del Agua- Zona Norte. Comparación de Sistema de riego en diferentes Sistematizaciones. Resultados de tres zafras. En: Presentación de Resultados Experimentales de Arroz. Zafra 2013-2014. INIA Tacuarembó. Uruguay. SAD738. P. 21-24.

**CARRACELAS, G.; MARCHESI, C. LAVECCHIA, A. 2013.** Manejo del cultivo: Riego. In: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2011-2012, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. Cap. 2. SAD715 p. 23-47.

**CARRACELAS, G.; MARCHESI, C.; LAVECCHIA, A. 2012.** Manejo del cultivo: Riego. In: Presentación resultados experimentales de arroz: Zafra 2011-2012, INIA Tacuarembó, Uruguay. Tacuarembó: INIA. Cap. 2. SAD690 p. 23-47.

## SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL ARROZ DETERMINADA MEDIANTE EL MONITOREO DE RESIDUOS DE AGROQUÍMICOS EN SUELO, AGUA Y GRANO Y POR LA APLICACIÓN DE LA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

Proyecto Innovagro FSA\_2\_2013\_1\_12997.

### INSTITUCIONES

Asociación de Cultivadores de Arroz  
Gremial de Molinos Arroceros  
Facultad de Agronomía  
Facultad de Química  
Facultad de Ciencias  
Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca  
Laboratorio Tecnológico del Uruguay  
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

**OBJETIVO GENERAL:** Incorporar al producto arroz un nuevo atributo que, además de sus reconocidas características de calidad y homogeneidad, le agregue valor al certificar la sustentabilidad ambiental de su producción en Uruguay y potencie el mantenimiento de los actuales mercados mundiales, así como la apertura de nuevos mercados y/o nichos de mercados.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** 1-Determinar los niveles de residuos de productos fitosanitarios y metales pesados en grano, agua y suelo, asociado a diferentes usos y manejos. 2-Determinar los niveles de Arsénico en grano, suelo y agua, asociados a diferentes variedades y manejos del riego. 3-Actualizar la Guía de Buenas Prácticas Agrícolas en Arroz y profundizar en la implementación de los capítulos de Gestión de Agroquímicos y Salud y Seguridad de los Trabajadores.

Dentro del marco del Objetivo específico 2 se definió comenzar por: Evaluar si distintos tipos de suelo, manejos de riego y variedades de cultivo afectan la fitobiodisponibilidad de arsénico en suelo, agua y grano. Para esto se instalaron ensayos en suelos contrastantes (región este y norte del país), diferentes manejos de riego que permitieron generar condiciones de mayor y menor anaerobiosis, y diferentes variedades (índicas y japónicas).

### EQUIPO TÉCNICO ASOCIADO A ESTE OBJETIVO:

Sara Riccetto –INIA  
Gonzalo Carracelas –INIA  
Melissa Verger- LATU  
Raquel Huertas- LATU  
Álvaro Roel - INIA

### MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental: Parcelas divididas en bloques completos al azar.

2 manejos del riego X 4 variedades X 4 repeticiones, en 2 localidades, 2 zafras.

Localidades: Unidad Experimental Paso de La Laguna (Treinta y Tres), y Unidad Experimental Paso Farías (Artigas).

Tratamientos de riego:

- 1) Inundación continua: se inunda 20 días después de la emergencia, manteniendo una lámina de agua de 10 cm durante todo el ciclo.
- 2) Riego restringido: Se inicia en condiciones de suelo saturado. Cuando se consume el 50% del agua disponible en el suelo se suministra agua de manera de que el suelo vuelva a quedar saturado. A partir de primordio floral se establece la lámina de agua de 10 cm.

Variedades:

- 1) El Paso 144
- 2) Olimar
- 3) Tacuarí
- 4) Parao

Localidad: Unidad Experimental de Paso de la Laguna

Siembra: 8/10/2014

Fertilización: A la siembra 165 kg/ha 7-40/40-0 + 75 kg/ha 0-0-60.

Macollaje: 50 kg/ha urea (20/11/2014)

Primordio: 50 kg/ha urea (IC: 24/12- RR: 31/12)

Control malezas: 5/11- 4 l/ha propanil + 1.3 l/ha quinclorac + 0.8 l/ha clomazone + 60 g/ha ciperof.

Inundación: 20/11/2014 (tratamiento IC) y 31/12 (tratamiento RR)

Determinaciones:

- Contenido de arsénico total y biodisponible en suelo (a siembra y cosecha).
- Arsénico total en agua (0, 5, 10, 30, 45 y 60 días después de la inundación). En cada momento de muestreo de agua se realizaron mediciones de potencial redox y pH del suelo.
- Contenido de arsénico total en arroz cargo, de resultar positivas estas muestras se analizará contenido de arsénico total en arroz pulido.
- Rendimiento.

## RESULTADOS

Los ensayos se cosecharon correctamente y se realizaron los muestreos correspondientes. Los análisis para determinar el contenido de arsénico de las muestras se encuentran en proceso, por lo que aún no se dispone de los resultados.

## EVALUACIÓN DE FOSFITO DE COBRE PARA EL CONTROL DE PODREDUMBRE DE TALLO EN ARROZ, ANÁLISIS DE DOS ZAFRAS

S. Martínez<sup>1</sup>, F. Escalante<sup>2</sup>, L. A. Casales<sup>3</sup>

**PALABRAS CLAVE:** azoxistrobin, ciproconazol, *Sclerotium oryzae*

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años han comenzado estudios sobre la aplicación de fosfitos solos o en combinación con fungicidas para el control de enfermedades en arroz y otros cultivos. Los resultados de las evaluaciones primarias resultaron promisorias, y en este sentido se continuó con algunas de estas líneas de investigación con el objetivo de ajustar medidas de manejo y cuantificar su eficiencia (Martínez et al., 2014a). Las ventajas de los fosfitos como fungicidas químicos se basa en que poseen un modo de acción completamente sistémico, siendo trasladados por el xilema luego de su aplicación (Deliopoulos et al., 2010). También poseen movimiento por el floema y éste es trasladado junto a los fotosintatos producidos por la planta. Asimismo, estos productos poseen menor toxicidad que otros grupos químicos, y por lo tanto, pueden ser utilizados en la sustitución de dosis de otros fungicidas sin variar el efecto sobre el control de enfermedades (Deliopoulos et al., 2010).

Los fosfitos, como sales del ácido fosforoso fosfitos pueden tener un ion metálico asociado, siendo los más comunes en Uruguay los fosfitos de potasio, cobre, magnesio y zinc. El cobre ha demostrado ser un ión interesante en este sentido, ya que a los efectos de estimulación de los mecanismos de defensa de la planta del propio fosfito pueden sumarse los efectos bacteriostáticos y fungistáticos del cobre (Deliopoulos et al., 2010).

En la pasada zafra, se comenzaron estudios de evaluación de un fosfito de cobre comercial (1,25% p/v Cu soluble) y se repitieron en la presente zafra (Martínez et al., 2014b).

En el presente trabajo se presentan un análisis combinado de dos zafras de evaluación de la aplicación de un fosfito de Cu solo o en combinación con un fungicida mezcla de estrobilurina y triazol, sobre el control de las enfermedades de tallo y vaina y los aspectos productivos en el cultivo de arroz.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la UEPL, INIA Treinta y Tres, con el cultivar INIA Olimar 144 a 145 Kg/ha de semilla, corregido por germinación y peso de mil granos, y sembrado el 8/10/2014 con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas fueron de 1.53m x 8m (12,24 m<sup>2</sup>) sembradas con una sembradora experimental Semeato de 9 líneas a 0,17cm. La fertilización basal consistió de 128 Kg/ha de Superfosfato Triple (0-46) y dos coberturas de urea, al macollaje (27/11/14) de 70 Kg/ha, y a elongación de entrenudos (15/12/14) de 70 Kg/ha. La aplicación de herbicidas se realizó el 5/11/14 (Clomazone 800 cc/ha, Propanil 4 L/ha y Quinclorac 1,7 L/ha). La aplicación de fungicidas y fosfitos combinada para todos los tratamientos se realizó a 15% a 20% de floración el 23/01/15. Los tratamientos realizados y dosis utilizadas se presentan en el Cuadro 1. La cosecha se realizó el 20/03/15 con cosechadora experimental automática de un área de 8,33m<sup>2</sup> (7 líneas x 7m). La lectura de enfermedades y muestreo de componentes (dos líneas de 0,30m) se realizó previo a la cosecha. Para la información sobre el ensayo de la zafra 2013-2014 consultar Martínez et al. (2014).

Cuadro 1. Tratamientos realizados en la zafra 2014-2015.

Tratamiento	Producto	Dosis
1	Fungicida	300 cc/ha
2	Fungicida + FosfiCopper	300 cc/ha + 3,0lt/ha
3	Fungicida + Doble FosfiCopper	300 cc/ha + 6,0 lt/ha
4	½ Fungicida + FosfiCopper	150 cc/ha + 3,0 lt/ha
5	½ Fungicida + Doble FosfiCopper	150 cc/ha + 6,0 lt/ha
6	FosfiCopper	3,0 lt/ha
7	Doble FosfiCopper	6,0 lt/ha
8	Testigo sin aplicación	-

Nota: el tratamiento 5 no fue realizado en la zafra 2013-2014.  
Fungicida, Azoxystrobin 250 grs + Ciproconazole 100 grs/Lt.

<sup>1</sup> Ing. Agr., Ph. D., INIA, Programa Arroz. [smartinez@tyt.inia.org.uy](mailto:smartinez@tyt.inia.org.uy)

<sup>2</sup> Téc. Agr., INIA, Programa Arroz.

<sup>3</sup> Asistente de Investigación, INIA. Programa Arroz.

## RESULTADOS

Todos los resultados se presentan como promedio de dos zafras con análisis de datos combinados. Los resultados sobre podredumbre de tallo expresado como Índice de Grado de Severidad (%IGS) se presenta en la Figura 1. Fueron encontradas diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,004$ ), con el mayor nivel para el testigo sin tratamiento (61,5%). La aplicación única de fosfito de Cu a dosis de etiqueta tuvo un grado de severidad menor, pero no estadísticamente diferente del testigo sin aplicación (Figura 1). Sin embargo, este tratamiento fue realizado solo en la zafra 2014/15 en que el desarrollo de la enfermedad fue mayor.

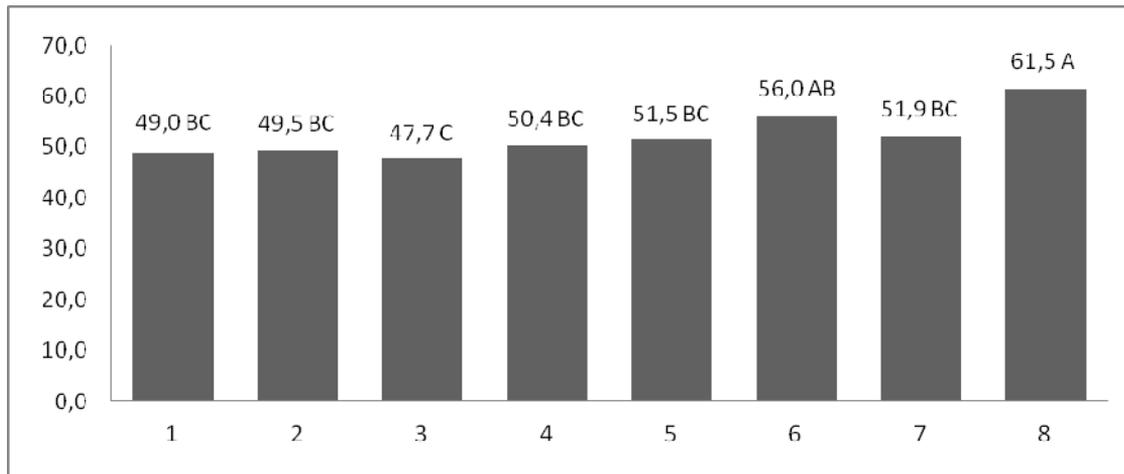


Figura 1. Índice de grado de severidad para podredumbre de tallo a cosecha. Promedio de dos años.

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para incidencia ( $p=0,05$ ) y tallos muertos por podredumbre de tallos a cosecha ( $p=0,007$ ). La mayor incidencia y tallos muertos fueron para el testigo sin aplicación. El tratamiento 5 tuvo una alta incidencia, similar al testigo, pero este fue evaluado solo en la zafra 2014/15 en la que hubo una mayor severidad de la enfermedad. El mayor número de tallos muertos a cosecha se encontró en el testigo, coincidente con una mayor incidencia, seguidas de los tratamientos sin fungicida.

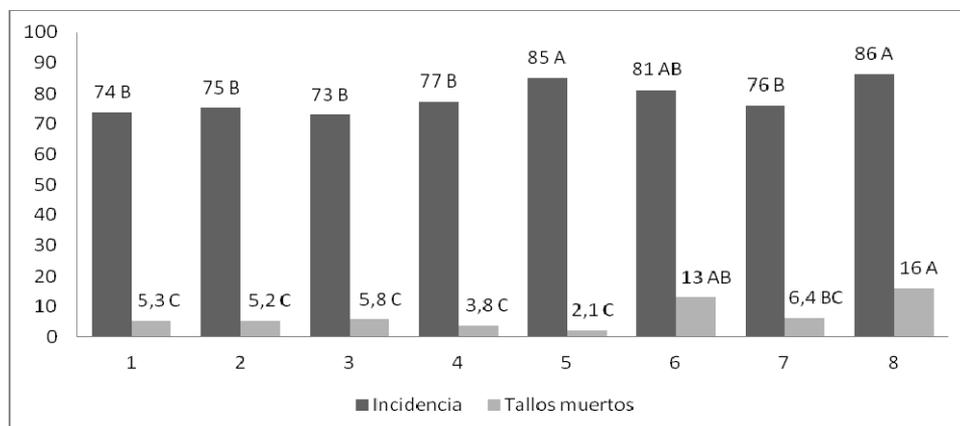


Figura 2. Incidencia total y porcentaje de tallos muertos por podredumbre de tallo a cosecha.

Se encontraron diferencias significativas para rendimiento ( $p=0,014$ ), para el promedio de dos años. Sin embargo, todos los tratamientos fueron significativos. El mayor rendimiento fue obtenido con el tratamiento 5, que fue realizado solo en la zafra 2015. Esta zafra 2015 fue extraordinaria en cuanto a las condiciones ambientales, por lo que se encontraron diferencias entre años ( $p<0,0001$ ) para los rendimientos promedios entre 2014 (8815 kg/ha) y 2015 (10545 kg/ha).

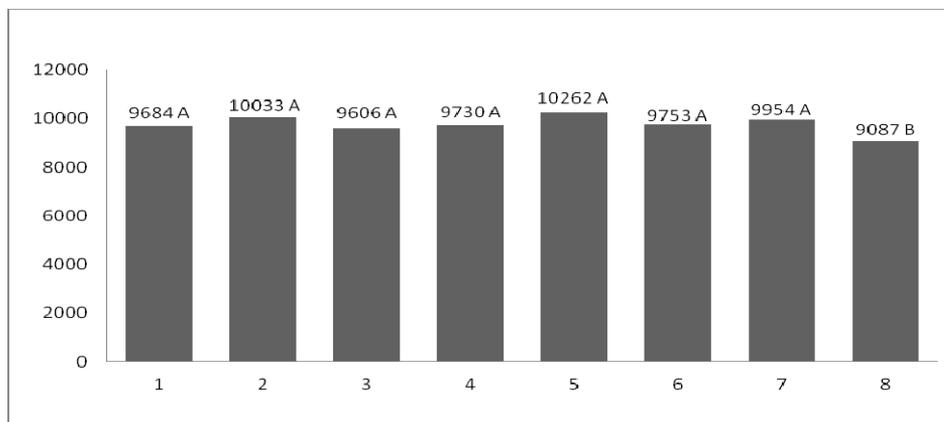


Figura 3. Rendimiento (kg/ha) de los tratamientos realizados. Promedio de dos años.

## CONCLUSIONES

Los resultados promedio de dos años de ensayo reafirman la información preliminar sobre el valor del fosfito de cobre en el control de la podredumbre de tallo en arroz (Martínez *et al.*, 2014b).

La mayor reducción en incidencia y severidad de esta enfermedad se logró con aplicaciones de fosfito de cobre combinadas con un fungicida mezcla de estrobilurina y triazol. Datos similares fueron obtenidos en trabajos preliminares (Martínez *et al.*, 2014b).

La pasada zafra fue extraordinaria en cuanto a la oferta de radiación solar y por tanto, fueron obtenidos muy buenos rendimientos y la respuesta al control de enfermedades y otras limitantes fue menor. Estos factores climáticos provocaron una diferencia significativa entre ambos años, con una zafra 2014/15 con mayor incidencia de podredumbre de tallo y mayor rendimiento. Sin embargo, la tendencia al control de podredumbre de tallo se mantuvo.

La adición de fosfito de Cu a un fungicida puede representar una herramienta de manejo de podredumbre de tallo en aquellos cultivos en que la enfermedad puede impactar el rendimiento (Martínez *et al.*, 2014a).

## BIBLIOGRAFÍA

**DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P. S.; HARE, M. C.** 2010. Crop Protection v. 29, p. 1059-1075.

**MARTÍNEZ, S.; ESCALANTE, F.; CASALES, L.A.** 2014a. Utilización de fosfito de K para el control de enfermedades de tallo y vaina en arroz. In: Arroz - Soja. Resultados experimentales 2013-2014. Treinta y Tres: INIA. Capítulo 4. p. 4-6. (Serie Actividades de Difusión 735)

**MARTÍNEZ, S.; ESCALANTE, F.; CASALES, L.A.; VERGARA, A.** 2014b. Uso de fosfito de Cu y K en el control de enfermedades de tallo. In: Arroz - Soja. Resultados experimentales 2013-2014. Treinta y Tres: INIA. Capítulo 4. p. 10-12. (Serie Actividades de Difusión 735)

Agradecemos la colaboración del Ing. Agr. Javier Sánchez (Fertium Expertia Uruguay) para la realización de este trabajo.

**POTENCIAL Y BRECHA DE RENDIMIENTO DE ARROZ EN URUGUAY**  
**Global Yield Gap Atlas**  
**Avances de Investigación-Resultados preliminares**

G. Carracelas<sup>1</sup>, N. Guilpart<sup>2</sup>, P. Grassin<sup>2</sup>i, K.G. Cassman<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Potencial, Rendimiento, Brecha, Arroz

**INTRODUCCIÓN**

En los últimos años los rendimientos logrados en el cultivo de arroz han incrementado a una de las tasas más altas a nivel mundial (más de 150 kg/ha/año a partir de la década de los 90) y si bien algunos productores están obteniendo rendimientos muy altos, existe una tendencia del rendimiento promedio a estabilizarse en las últimas 5 zafas (Figura 3).

Es importante determinar el potencial de rendimiento en las distintas regiones o zonas climáticas del país a efectos de conocer cuál es la brecha de rendimiento actual y así poder determinar prácticas de manejo y tecnologías que permitan reducirla. A su vez facilitaría interpretar la evolución histórica del rendimiento en Uruguay (si el incremento se debe a factores de manejo o cambio climático), priorizar líneas de investigación así como definir planes-políticas de extensión en áreas donde la brecha es mayor e identificar cuales tecnologías (nuevas o ya existentes) tendrán mayores impactos en aumentar el rendimiento.

El potencial de rendimiento en este estudio es el rendimiento que no es limitado por agua, nutrientes u otros factores bióticos-abióticos y que está definido por los factores climáticos de una zona y las características del cultivar como se observa en la Figura 1. (Van Ittersum and Rabbinge, 1997; Van Ittersum *et al.*, 2013)

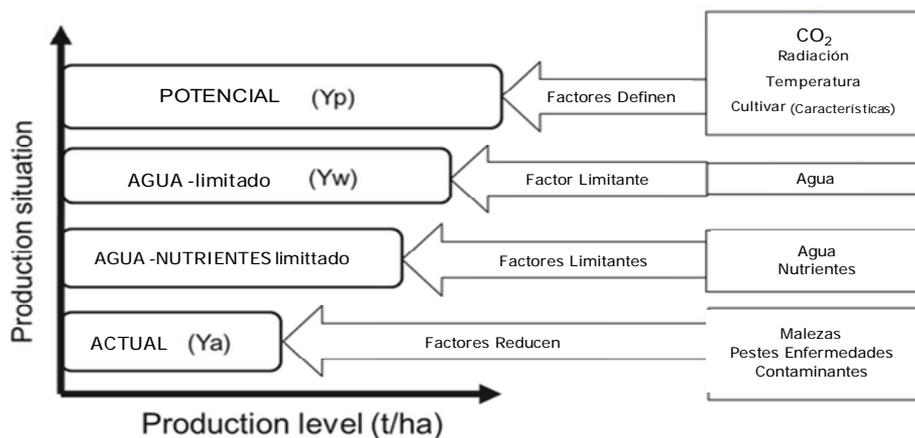


Figura 1. Diferentes niveles de producción determinados por factores que definen, limitan o reducen el rendimiento (Adaptado de Van Ittersum and Rabbinge, 1997; Van Ittersum et al (2013).

Para los sistemas irrigados (situación del Uruguay) el rendimiento potencial (Y<sub>p</sub>) es el utilizado como benchmark para la determinación de la brecha de rendimiento.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares del avance en investigación realizado para un periodo de 25 años, en distintas localidades regiones del país y para los cultivares locales más sembrados en cada región.

<sup>1</sup> Ing. Agr. Programa Arroz INIA. [gcarracelas@tb.inia.org.uy](mailto:gcarracelas@tb.inia.org.uy)

<sup>2</sup> University of Nebraska. Lincoln. UNL.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo de este trabajo es determinar cuál es el potencial de rendimiento a escala local y regional del cultivo de arroz así como también cual es la brecha explotable en rendimiento en relación a las producciones actuales obtenidas a nivel comercial.

Para este estudio se trabaja en colaboración con el equipo GYGA (global yield gap atlas, <http://www.yieldgap.org/>) y la Universidad de Nebraska, Lincoln (UNL) siguiendo el protocolo desarrollado por este equipo para determinar brechas de rendimiento para distintos cultivos a nivel mundial (Grassini *et al.*, 2015).

En un breve resumen la metodología a realizar en este estudio consiste en realizar un mapa actualizado geo-referenciado con las áreas arroceras del país, definir las estaciones climáticas a utilizar y las zonas de influencia de las mismas (25 años de datos de clima en 7 localidades), determinación de las zonas Climáticas, calibración del modelo de ecofisiología *Oryza* con base de datos de experimentos de fenología observada (10 años), validación y ajuste de calibración con base datos experimentales y determinación de la brecha de rendimiento explotable como diferencia entre el 80% del rendimiento potencial ( $Y_p$ ) y el rendimiento actual ( $Y_a$ ).

El modelo de simulación de eco-fisiología de cultivos, ORYZA V3 fue utilizado para estimar el rendimiento potencial  $Y_p$ , en función del clima, duración del período de crecimiento (fenología) para cada cultivar y sistemas de cultivos dominantes en cada lugar.

## RESULTADOS PRELIMINARES

En la figura 2 se presentan mapas del Uruguay con información geo-referenciada de las áreas arroceras, ubicación de las estaciones meteorológicas disponibles, su área de influencia (100 km. de diámetro) y las distintas zonas climáticas establecidas.

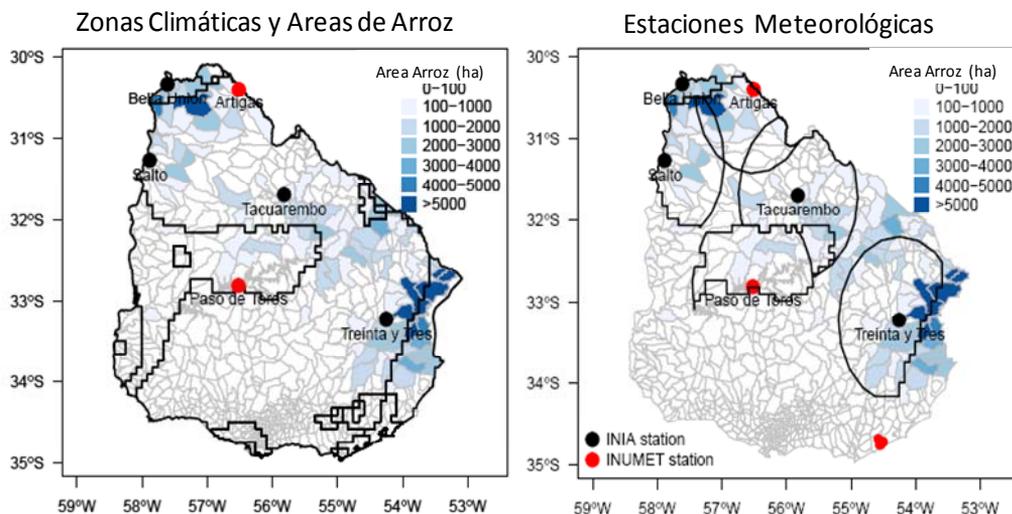


Figura 2. Mapa Áreas de arroz (creado con información Censo Agropecuario 2011 DIEA), estaciones meteorológicas disponibles en Uruguay (INIA, ALUR e INUMET) y zonas climáticas establecidas en Uruguay (GYGA).

En la Figura 3 se presenta el potencial de rendimiento obtenido con la simulación realizada con el modelo Oryza V3, para lo cual se consideraron 25 zafras, en 6 zonas con datos de estaciones meteorológicas de INUMET Paso de los Toros, Artigas, de ALUR-Bella Unión y de INIA Salto, Tacuarembó y Treinta y Tres, tres fechas de siembra (1, 15 y 31 de Octubre) y los dos cultivares más sembrados en Uruguay (INIA Olimar Norte, Centro y El Paso 144 en el Este). Se realizó un control de calidad de los datos climáticos y los datos faltantes se completaron con información de la NASA. La estimación realizada con el programa Oryza de rendimiento es con un 14% de humedad y no es corregido por la Calidad Industrial del grano.

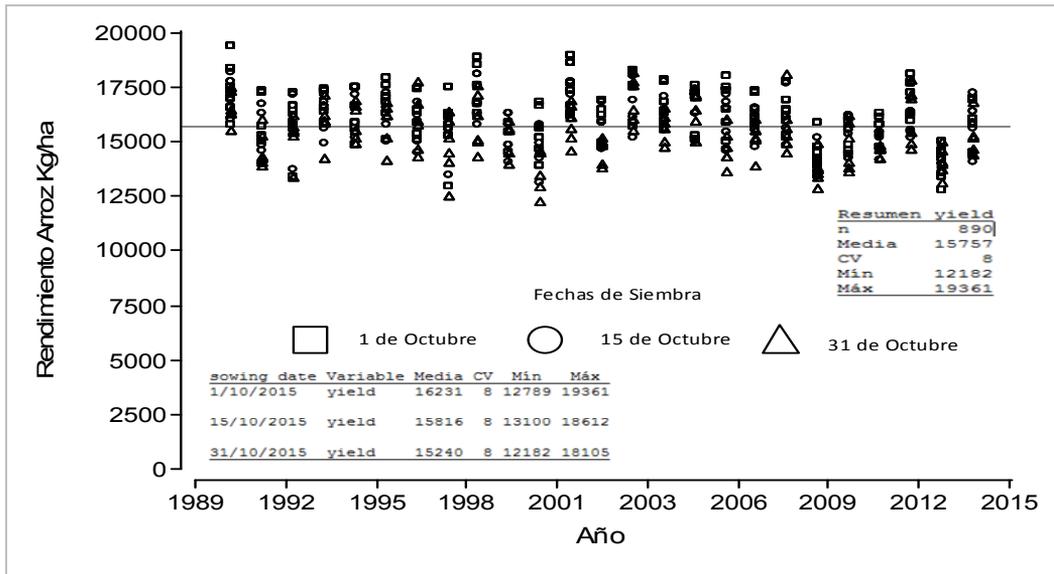


Figura 3. Potencial de rendimiento promedio de diferentes localidades para un periodo de 25 años y 3 fechas de siembra 1, 15 y 31 de Octubre. Cultivar INIA Olimar zonas Norte y Centro y El Paso 144 en el Este estimados con el modelo Oryza V3.

El rendimiento potencial estimado ( $Y_p$ ) promedio es de 15757 kg Arroz/ha (305 bolsas) con un mínimo y un máximo de 12690 (244 bolsas) y 18693 kg de Arroz/ha (362 bolsas) respectivamente.

En la Figura 4 se presentan los rendimientos actuales promedio del país de los últimos 5 años.

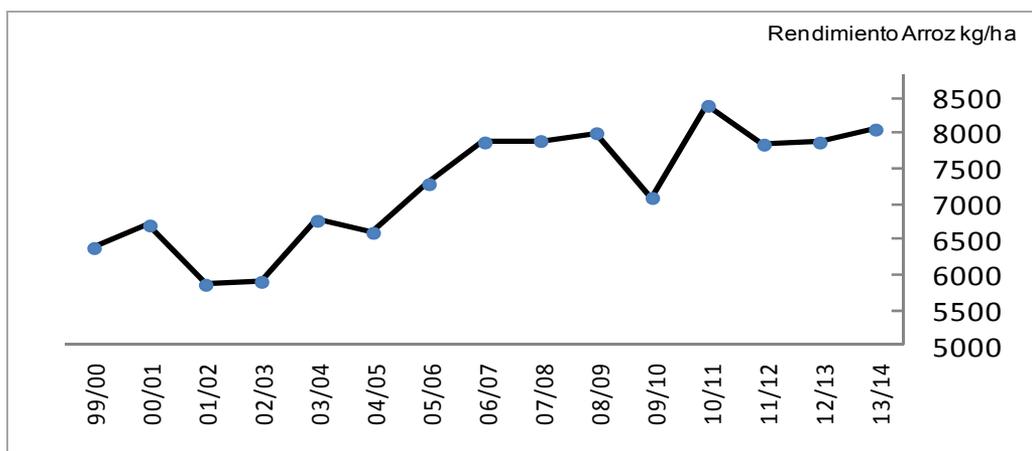


Figura 4. Evolución del rendimiento del cultivo de Arroz en las distintas zafras en Uruguay. Fuente: MGAP-DIEA-Anual Estadístico

Los rendimientos actuales del cultivo de arroz promedio de las últimas 4 zafras son de 8048 kg Arroz / ha. En el Cuadro 1 se presenta el Rendimiento potencial ( $Y_p$ ) y la Brecha de rendimiento explotable ( $Y_g$ -E: explotable yield gap), la cual es calculada como la diferencia entre el 80% del rendimiento potencial y el rendimiento actual como ya se mencionará anteriormente.

Cuadro1. Rendimiento potencial del cultivo de Arroz en Uruguay (Yp) y Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E) obtenidos con la simulación de 25 años de datos climáticos en 6 localidades, 3 fechas de siembra en Octubre y los cultivares predominantes en las distintas regiones INIA Olimar Centro y Norte y El Paso 144 en el Este. Modelo Oryza V3.

Fecha de Siembra	Rendimiento Potencial Yp			Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E)		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media
1 de Octubre	12789	19361	16231	2183	7441	4937
15 de Octubre	13100	18612	15816	2432	6842	4605
31 de Octubre	12182	18105	15240	1698	6436	4144
<b>Promedio</b>	<b>12690</b>	<b>18693</b>	<b>15762</b>	<b>2104</b>	<b>6906</b>	<b>4562</b>

La brecha de rendimiento considerando el rendimiento potencial promedio para Uruguay se encontraría en un rango de 2104 y 6906 con un promedio de 4562 kg/ha de arroz. Al considerar las diferentes regiones arroceras de Uruguay la brecha de rendimiento es de 4364 y 4925 kg Arroz para Norte-Centro y Este respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento potencial separado por región para el cultivo de Arroz en Uruguay (Yp) y Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E). Fuente (Ya): MGAP-DIEA-Anual Estadístico 2014.

Región	Rendimiento Potencial Yp			Rend. Actual (Ya)	Brecha de Rendimiento explotable (Yg-E)		
	Mínimo	Máximo	Media	Media (2010-2014)	Mínimo	Máximo	Media
Norte-Centro	12828	18947	15858	8322	1940	6835	4364
Este	13394	18387	15864	7766	2949	6944	4925

## CONSIDERACIONES

El potencial de rendimiento simulado con el modelo Oryza V3, es en promedio de 15672 kg/ha Arroz o 305 bolsas.

La brecha de rendimiento explotable promedio (Yg-E) sería de 4562 kg/ha de Arroz (91 bolsas) para el promedio de Uruguay en relación a los rendimientos actuales de las últimas cuatro zafas. Esta brecha sería un 12,8 % mayor (11 bolsas de arroz aprox.) en la region Este comparado con la región Norte-Centro.

Los resultados presentados en este artículo de avance de investigación deben considerarse como preliminares ya que al realizar la validación en base a rendimientos actuales, mejorar la calibración de las variedades locales en las próximas etapas de este trabajo es probable que los valores de potencial estimado sean diferentes. En próximos trabajos se presentarán los resultados definitivos con una estimación de brecha de rendimiento más detallada para las distintas regiones del país.

## BIBLIOGRAFÍA

Grassini, P., Van Bussel, L.G.J., Van Wart, J., Wolf, J., Claessens, L., Yang, H., Boogaard, H., De Groot, H., Van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., 2015. How good is goodenough? Data requirements for reliable yield-gap analysis. *Field Crops Research* 177 (2015) 49–63.

MGAP.DIEA. Anual Estadístico. 2014. [www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2.diea.diea-anuario-2014](http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2.diea.diea-anuario-2014)

MGAP. DIEA. Censo 2011. [www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2.diea.diea-censo-2011](http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2.diea.diea-censo-2011)

Van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P., Hochman, Z., 2013. Yield gap analysis with local to global relevance—a review. *Field Crops Res.* 143, 4–17.

Van Ittersum, M.K., Rabbinge, R., 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input–output combinations. *Field Crops Res.* 52, 197–208.

## ROMPIENDO EL TECHO DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ Proyecto ANII ALI\_1\_2012\_1\_3507 (INIA, GMA-COOPAR, ACA)

E.Deambrosi<sup>1,4</sup>, G. Zorrilla<sup>2</sup>, M. Lauz,<sup>3,4</sup>

### INTRODUCCIÓN

En el Uruguay los costos del cultivo de arroz se han incrementado en forma muy importante. Un incremento en los márgenes del productor debería darse por un uso más eficiente de los recursos e insumos, y por el aumento del rendimiento.

Considerando que la productividad obtenida en el país se encuentra en un nivel alto en el concierto internacional y que la brecha de rendimientos ha disminuido en los últimos años es válida la pregunta: ¿existen todavía oportunidades de incrementar los rendimientos a través de propuestas de manejo integrado del cultivo, en una forma ambientalmente sustentable?

Para responder esta pregunta 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 Gremial de Molinos Arroceros y Coopar, y la Asociación de Cultivadores de Arroz, 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 pertenecientes al quintil (20%) superior de rendimiento.

Para su ejecución se consideraron 4 componentes, con los siguientes objetivos específicos:

OE N°1.- Identificar tecnologías y prácticas de manejo integrado del cultivo de arroz, asociadas a los grupos de productores pertenecientes al quintil superior;

OE N°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%;

OE N°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;

OE N°4.- Validar a escala productiva y transferir a la generalidad de productores, la propuesta de manejo integrado del cultivo para alta productividad.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para detectar cuáles son los factores o prácticas más importantes que contribuyen al logro de la máxima productividad regional, los molinos Saman, Coopar y Casarone, 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 en la zona Este. En agosto-setiembre 2013 se entrevistó a 39 empresas arroceras (22 de Saman, 12 de Coopar y 5 de Casarone). 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 se definieron 3 grupos de productores, que serán identificados como Treinta y Tres, Cebollatí e India Muerta, respectivamente. En el primero de los mencionados se integraron 15 productores que siembran en las zonas de Rincón (de Ramírez, La Charqueada y 7ª Sección del 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.

<sup>1</sup> M.Sc. Coordinador técnico y supervisor de actividades

<sup>2</sup> M.Sc. INIA. Director Programa Arroz, Coordinador general del proyecto

<sup>3</sup> Bachiller Agronomía

<sup>4</sup> Contratado por el proyecto ANII 3507

<sup>5</sup> Integrantes del Comité Técnico: Blanco, P., Terra, J., Castillo, J., Méndez, R., Pérez de Vida, F., (INIA), Uruga, R., Gonnet, D., Rovira, G., (GMA-COOPAR), Stirling, E., Zorrilla, H. (ACA)

Del análisis de las entrevistas realizadas, el Comité Técnico integrado por representantes de INIA, ACA, GMA y COOPAR <sup>(5)</sup> identificó 20 tecnologías de manejo integrado del cultivo de arroz asociadas a esos productores y dentro de las mismas seleccionó las opciones de uso más utilizadas.

En una segunda etapa se buscó conceptualizar propuestas tecnológicas alternativas que permitan superar ese nivel de rendimiento (OE N°2). Se intercambiaron ideas sobre posibles opciones a incluir, tratando de manejar prácticas realizables, minimizando el riesgo de perder las evaluaciones o parte de ellas, ya sea por operativa, falta de recursos humanos, etc.

Se seleccionaron cuatro factores: 1) cultivar (productividad / resistencia a Brusone), 2) instalación del cultivo (tratamientos de semilla / número de plantas a instalar por unidad de superficie), 3) manejos de la fertilización (basal y en cobertura / macros y micro-nutrientes), y 4) protección de enfermedades (número de aplicaciones de fungicida / agregados de fosfito de potasio y silicio), para manejar prácticas alternativas.

Se utilizó el diseño de parcelas de omisión (Below, 2011) utilizando en total 12 tratamientos dispuestos en bloques al azar con 3 repeticiones. Se usaron parcelas de 6,12m de ancho por 20m de largo. El primer tratamiento corresponde a la utilización de todas las prácticas definidas según la tecnología base de los productores de punta (N° 1); luego en los tratamientos N° 2 al 6, se va sustituyendo alguno de los factores por el uso de su práctica alternativa. En forma similar pero contraria, el N° 7 corresponde al manejo en cual en todos los factores se utilizan las prácticas alternativas a las utilizadas en el tratamiento N° 1; luego en los tratamientos N° 8 al 12, se va sustituyendo la práctica correspondiente a algún factor por la usada en el testigo N° 1.

En el Factor 1 “cultivar” se cambió El Paso 144 por Quebracho en Rincón de Ramírez y por L 5903 en 7ª Sección de Treinta y Tres. En el Departamento de Rocha se utilizó la variedad Parao en lugar de El Paso 144 en Cebollatí, y también Parao en lugar de INIA Tacuarí en India Muerta.

En el Factor 2 “instalación” como alternativa a la siembra de una cantidad fija de semilla (kg ha<sup>-1</sup>) tratada previamente con productos fungicida e insecticida, se utilizaron las cantidades de semilla estimadas para lograr una implantación de 180 plantas m<sup>-2</sup>, tratadas con fungicida, insecticida y zinc, e inoculada con la endobacteria *Herbaspirillum*, teniendo en cuenta el peso de granos, viabilidad de la semilla y considerando porcentajes de recuperación de plantas de 50 y 40% para Treinta y Tres y Rocha, respectivamente.

En el Factor 3 “fertilización”, se propusieron dos sub-factores: Fertilización 1 y Fertilización Plus. En Fertilización 1, se ajustó la dosis según los resultados de análisis de suelos en contenidos de fósforo (según Ácido cítrico), potasio (según Acetato de amonio) y nitrógeno (potencial de mineralización). En caso de encontrarse valores menores a los niveles críticos establecidos en nuestras condiciones (7 ppm de P; 0,2 meq de K (100 g de suelo)<sup>-1</sup>, 53,6 g kg<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub>) se calcularon las correcciones necesarias para alcanzar los mismos; además se consideraron algunos niveles diferentes de reposición de extracción de dichos elementos (N-P-K) considerando la remoción en grano correspondiente a una producción de 12 toneladas de arroz ha<sup>-1</sup>.

En el sub-factor “Fertilización-Plus” se realizaron aplicaciones adicionales de azufre (siembra), silicio (en 2 oportunidades: macollaje y comienzo de floración), y micronutrientes (macollaje).

Finalmente en el Factor 4 “protección de enfermedades”, al utilizarse cultivares con resistencia (total o moderada) al ataque de *Pyricularia Oryzae*, a la doble aplicación de fungicidas de la tecnología base se propuso el uso alternativo de una sola aplicación a inicios de floración, acompañada con el agregado de fosfito de potasio y de sílice (ya mencionado).

Los experimentos fueron sembrados el 24 de octubre (Rincón de Ramírez), 28 de octubre (Cebollatí), 10 de noviembre (India Muerta) y 17 de noviembre (7ª S. de T. y Tres) de 2014. Se dispuso de la colaboración de los productores, quienes realizaron el manejo de suelos y general del cultivo (con excepción de los tratamientos). Los análisis de rendimiento y calidad industrial fueron realizados por las industrias, a las que remiten su producción los productores colaboradores.

Los mismos tratamientos serán evaluados sin modificaciones durante 2 años en las mismas localidades (OE N°3). 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, en 6 predios de productores (OE N° 4).

---

## RESULTADOS

El diseño utilizado permite visualizar los efectos de cada factor en particular, así como sus posibles interacciones con las otras prácticas en evaluación (sinergias o antagonismos).

Se obtuvieron en general altos rendimientos. En los tratamientos correspondientes a los testigos tecnológicos, manejados con las prácticas utilizadas por los productores pertenecientes al quintil superior, se obtuvieron: 12,803 t ha<sup>-1</sup> en Rincón de Ramírez, 9,397 t ha<sup>-1</sup> en Cebollatí, 11,561 t ha<sup>-1</sup> en India Muerta, y 11,491 t ha<sup>-1</sup> en la 7ª Sección de Treinta y Tres, respectivamente, destacándose los muy bajos coeficientes de variación. Algunos tratamientos lograron incrementos interesantes de productividad llegando varios de ellos a sobrepasar la meta original. En el cuadro 1 se pueden observar los tratamientos evaluados en las 4 localidades y los rendimientos relativos (en porcentaje) logrados en relación a los obtenidos con el tratamiento N° 1.

Se debe tener en consideración que en general se dispuso de muy buenas condiciones ambientales, que no sólo permitieron cosechar buenos rendimientos, sino que probablemente también posibilitaron la expresión de efectos positivos de algunas alternativas.

Se deberán repetir las evaluaciones en la próxima zafra, para poder comprobar o no los impactos obtenidos en las condiciones disponibles en 2014-2015, y discutir con más detalles los resultados obtenidos.

## BIBLIOGRAFÍA

**BELOW F., GENTRY, L., 2011.** Producing 300 bushel corn sustainably. Crop Physiology Laboratory Department of Crop Sciences, University of Illinois in Urbana Champaign. In: 2011 Fluid fertilizer foundation forum. Scottsdale, AZ February, 2011

Cuadro 1. Tratamientos y Resultados obtenidos en las 4 localidades (\*)

RINCÓN	FACTOR 1		FACTOR 2		FACTOR 3		FACTOR 4		Rend. relativo %
	No. Trt	Cultivar	Densidad	Trt semilla	Fertilización 1 kg ha <sup>-1</sup>	Fert-Plus	Protección de Enfermedades		
1	EP 144	130	Teb+ Thiam	55 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25 K <sub>2</sub> O/UC (75+50)	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	100,0		
2	Quebracho	130	Teb+ Thiam	55 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25 K <sub>2</sub> O/UC (75+50)	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	103,6		
3	EP 144	113	Teb+Thiam+Syn+End	55 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25 K <sub>2</sub> O/UC (75+50)	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	99,8		
4	EP 144	130	Teb+Thiam	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 78 K <sub>2</sub> O/VU155+UC50	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	102,7		
5	EP 144	130	Teb+Thiam	55 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25 K <sub>2</sub> O/UC (75+50)	S + Si + Micro	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	101,8		
6	EP 144	130	Teb+Thiam	55 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25 K <sub>2</sub> O/UC (75+50)	-	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	99,2		
7	Quebracho	140	Teb+Thiam+Syn+End	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 78 K <sub>2</sub> O/VU155+UC50	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	108,6		
8	EP 144	113	Teb+Thiam+Syn+End	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 78 K <sub>2</sub> O/VU155+UC50	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	101,0		
9	Quebracho	130	Teb+ Thiam	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 78 K <sub>2</sub> O/VU155+UC50	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	116,4		
10	Quebracho	140	Teb+Thiam+Syn+End	55 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25 K <sub>2</sub> O/UC (75+50)	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	101,8		
11	Quebracho	140	Teb+Thiam+Syn+End	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 78 K <sub>2</sub> O/VU155+UC50	-	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	106,2		
12	Quebracho	140	Teb+Thiam+Syn+End	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 78 K <sub>2</sub> O/VU155+UC50	S + Si + Micro	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	112,8		
CEBOLLATÍ	FACTOR 1		FACTOR 2		FACTOR 3		FACTOR 4		Rend. relativo %
No. Trt	Cultivar	Densidad	Trt semilla	Fertilización 1 kg ha <sup>-1</sup>	Fert-Plus	Protección de Enfermedades			
1	EP 144	160	Teb+ Thiam	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	100,0		
2	Parao	160	Teb+ Thiam	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	96,9		
3	EP 144	141	Teb+Thiam+Syn+End	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	108,5		
4	EP 144	160	Teb+ Thiam	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 11 K <sub>2</sub> O/VU103+UC100	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	107,0		
5	EP 144	160	Teb+ Thiam	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	S + Si + Micro	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	104,6		
6	EP 144	160	Teb+ Thiam	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	-	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	102,2		
7	Parao	143	Teb+Thiam+Syn+End	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 11 K <sub>2</sub> O/VU103+UC100	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	106,9		
8	EP 144	143	Teb+Thiam+Syn+End	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 11 K <sub>2</sub> O/VU103+UC100	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	115,1		
9	Parao	160	Teb+ Thiam	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 11 K <sub>2</sub> O/VU103+UC100	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	110,8		
10	Parao	143	Teb+Thiam+Syn+End	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	101,7		
11	Parao	143	Teb+Thiam+Syn+End	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 11 K <sub>2</sub> O/VU103+UC100	-	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	106,8		
12	Parao	143	Teb+Thiam+Syn+End	63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 11 K <sub>2</sub> O/VU103+UC100	S + Si + Micro	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	109,7		
I. MUERTA	FACTOR 1		FACTOR 2		FACTOR 3		FACTOR 4		Rend. relativo %
No. Trt	Cultivar	Densidad	Trt semilla	Fertilización 1 kg ha <sup>-1</sup>	Fert-Plus	Protección de Enfermedades			
1	INIA Tacuarí	170	Teb+ Thiam	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	100,0		
2	Parao	170	Teb+ Thiam	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	108,1		
3	INIA Tacuarí	113	Teb+Thiam+Syn+End	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	102,6		
4	INIA Tacuarí	170	Teb+ Thiam	0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 K <sub>2</sub> O/VU40+UC100	-	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	102,0		
5	INIA Tacuarí	170	Teb+ Thiam	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	S + Si + Micro	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	100,3		
6	INIA Tacuarí	170	Teb+ Thiam	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	-	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	101,9		
7	Parao	143	Teb+Thiam+Syn+End	0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 K <sub>2</sub> O/VU40+UC100	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	104,1		
8	INIA Tacuarí	113	Teb+Thiam+Syn+End	0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 K <sub>2</sub> O/VU40+UC100	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	99,9		
9	Parao	170	Teb+ Thiam	0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 K <sub>2</sub> O/VU40+UC100	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	109,3		
10	Parao	143	Teb+Thiam+Syn+End	19,8 N 50,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /UC(60+50)	S + Si + Micro	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	107,2		
11	Parao	143	Teb+Thiam+Syn+End	0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 K <sub>2</sub> O/VU40+UC100	-	Si+ Fosf.K+ (Azoxistrob.+Kresoxim+Ciproc.)	105,8		
12	Parao	143	Teb+Thiam+Syn+End	0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 K <sub>2</sub> O/VU40+UC100	S + Si + Micro	(Teb+ Trifloxiest.) + (Ciproc.+Azoxistrob.)	106,6		
7ª S. TyT	FACTOR 1		FACTOR 2		FACTOR 3		FACTOR 4		Rend. relativo %
No. Trt	Cultivar	Densidad	Trt semilla	Fertilización 1 kg ha <sup>-1</sup>	Fert-Plus	Protección de Enfermedades			
1	EP 144	130	Teb+ Thiam	55 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25 K <sub>2</sub> O/UC (75+50)	-	-	100,0		
2	5903	130	Teb+ Thiam	55 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25 K <sub>2</sub> O/UC (75+50)	-	-	97,1		
3	EP 144	113	Teb+Thiam+Syn+End	55 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25 K <sub>2</sub> O/UC (75+50)	-	-	95,6		
4	EP 144	130	Teb+ Thiam	68 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 27 K <sub>2</sub> O/VU116+UC50	-	-	99,8		
5	EP 144	130	Teb+ Thiam	55 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25 K <sub>2</sub> O/UC (75+50)	S + Si + Micro	-	95,1		
6	-	-	-	-	-	-	-		
7	5903	120	Teb+Thiam+Syn+End	68 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 27 K <sub>2</sub> O/VU116+UC50	S + Si + Micro	-	105,1		
8	EP 144	113	Teb+Thiam+Syn+End	68 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 27 K <sub>2</sub> O/VU116+UC50	S + Si + Micro	-	95,4		
9	5903	130	Teb+ Thiam	68 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 27 K <sub>2</sub> O/VU116+UC50	S + Si + Micro	-	106,2		
10	5903	120	Teb+Thiam+Syn+End	55 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 25 K <sub>2</sub> O/UC (75+50)	S + Si + Micro	-	98,6		
11	5903	120	Teb+Thiam+Syn+End	68 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 27 K <sub>2</sub> O/VU116+UC50	-	-	103,9		
12	-	-	-	-	-	-	-		

\* 100 de rendimiento = 12,803 t ha<sup>-1</sup> en Rincón, 9,397 t ha<sup>-1</sup> en Cebollatí, 11,561 t ha<sup>-1</sup> en India Muerta, y 11,491 t ha<sup>-1</sup> en la 7ª S. de T. y Tres densidad expresada en kg ha<sup>-1</sup>; Teb= tebuconazol; Thiam= thiametoxan; Syn= Synergize; End= Endorice; UC= urea común; VU= Verde urea; S= azufre; Si=silicio; Micro= micronutrientes/ en Rincón y 7ª de Treinta y Tres se aplicaron 8 kg ha<sup>-1</sup> de S, en Cebollatí e I. Muerta 6 kg ha<sup>-1</sup> de S El producto con el que se aplicó S, también contiene N y K; el producto con micro contiene N, P, K, S, B, Mn, Zn y extracto de algas (Ascopyllum nodosum) Trifloxiest.= trifloxiestrobil; Ciproc.= ciproconazol; Azoxistrob.= azoxistrobil; Kresoxim= kresoxim metil; Fosf. K= fosfito de potasio (fosfito+ P+ K) En la 7ª S. de Treinta y Tres, los tratamientos Nº 5, 7, 8, 9 10 y 11 fueron aplicados en forma parcial; los tratamientos 6 y 12 fueron eliminados

## MEJORAMIENTO GENÉTICO

### EVALUACIÓN DE CULTIVARES PROMISORIOS EN ENSAYOS DE FAJAS

F. Pérez de Vida<sup>1</sup>, G. Carracelas<sup>2</sup>, P. Blanco<sup>3</sup>, J. Vargas<sup>4</sup>

**PALABRAS CLAVE:** rendimiento, adaptación, germoplasma elite.

#### INTRODUCCIÓN

En la zafra 2014-15 se evaluaron ocho cultivares promisorios conformando una red de ensayos en **macro parcelas** en ocho localidades (5 en la región Este y 3 en Centro-Norte y Norte del país). En los primeros años de avance del material (generaciones F7, F8 y F9) la evaluación de líneas experimentales (LEs) por parte del Programa de Mejoramiento Genético de Arroz (PMGA) de INIA se realiza en la Unidad Experimental de Paso de la Laguna (UEPL). Ésta se conduce mediante ensayos de campo con 2 o 3 repeticiones durante al menos 3 años (estadios 1, 2, y 3). De dicha evaluación plurianual surgen los cultivares más destacados que son evaluados bajo la modalidad acá presentada. Se prioriza la instalación de estos ensayos en predios comerciales siendo el manejo conducido por los productores – exceptuando la siembra y cosecha. En algunos casos se utilizan los campos experimentales de INIA (UEPL, Paso Farías (UEPF) y 5 Sauces/Picada de Quirino (UETbo)). Se reportan los resultados de la zafra 14/15 y un análisis de estabilidad para los cultivares con 2 años de evaluación en todo el país.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

En los tres ensayos de la región norte debido a la no disponibilidad de equipo experimental y bajos volúmenes de semilla del novel material, se utilizaron macro parcelas (300 m<sup>2</sup> aprox) con formato de fajas de 45 m. de largo, dentro de las cuales se cosechan cuatro repeticiones. Las siembras se realizaron con una sembradora comercial Semeato (UEPF y UETbo) y John Deere (en Salto) de siembra directa; y una Semeato experimental de SD. El manejo varió según la localidad y preferencia de los productores en los casos correspondientes. La cosecha de parcelas se realizó manualmente en los tres sitios (8,5m<sup>2</sup> en cada unidad experimental) del norte y en India Muerta (Rocha). En las demás localidades se utilizó una cosechadora automotriz marca FOTON de 1,87m de ancho de corte en parcelas de 12 m de largo (área de cosecha de 22,44m<sup>2</sup>)

Cuadro 1. Detalle de sitios y prácticas culturales en ensayos de fajas en 2014/15.

Localización	Coordenadas	Empresa	Fecha de siembra	Tipo de siembra	Fert basal	Coberturas Nitrógeno
Salto	31°16' S 57°53' O	El Junco	24 de octubre	RL, PC	18N, 46 P2O5	32 mac + 32prim
Pda de Quirino, Tacuarembó	32°11' S 55°08' O	UETbo, Aguirre	29 de Octubre	RL, PC	18N, 46 P2O5	32 mac + 32 prim
Paso Farías, Artigas	30°29' S 57°07' O	UEPF, INIA	3 de Octubre	Rastrojo Soja, PC	18 N, 46 P2O5	32 mac + 23 prim
Arroyitos, Rocha	33°34' S 53°41' O	Alfonzo Gómez	27 de Octubre	RL, LV, PC	- -	46 mac + 39 prim
Lascano, Rocha	33°29' S 54° 8' O	San Pablo de Cebollati	27 de Octubre	RL, LV, PC	32 N, 55 P2O5	32 mac + 32prim
India Muerta Rocha	33°43' S 54° 0' O	Campo Rojo	10 de Noviembre	RL, PC	18 N, 46 P2O5	32 mac + 32prim
7ma, Treinta y Tres	33°22' S 54° 5' O	Agropecuaria del Este	17 de Noviembre	RL, PC	10 P2O5 30 KOH	27 mac + 23 prim
Rincón, Treinta y Tres	32°47' S 53°51' O	Alex Chagas	23 de Octubre	LV, LM/SD	0N, 20 P2O5, 30 KOH	69 mac + 30 prim

RL= retorno largo (más de 4 años); PC= preparación convencional (+2 rastras excéntricas), LV= laboreo de verano, LM/SD= siembra sobre laboreo mínimo o siembra directa.

<sup>1</sup> Ph.D. INIA. Programa Arroz. [fperez@inia.org.uy](mailto:fperez@inia.org.uy)

<sup>2</sup> M.Sc. INIA. Programa Arroz. [gcarracelas@inia.org.uy](mailto:gcarracelas@inia.org.uy)

<sup>3</sup> M.Sc. INIA. Programa Arroz. [pblanco@inia.org.uy](mailto:pblanco@inia.org.uy)

<sup>4</sup> Asistente de Investigación, INIA. Programa Arroz

Cultivares: se incluyeron las LEs promisorias subtipo **Indica**: **SLI09043**, **SLI09190**, **SLI09193**, **SLI09195**, **SLI09197** y **L5903**. Los ciclos a floración son intermedios (similar a INIA Olimar) en los tres primeros mencionados y largos (Similar a El Paso 144) en las tres restantes. También se evaluaron las **Japónica** tropical **L9752** y **L9747**. Todas son de granos largo:fino, alta productividad y resistentes a *Pyricularia*, junto con los cultivares comerciales **El Paso 144**, **INIA Olimar** (susceptibles a Brusone) e **INIA Parao**. Se utilizó una densidad equivalente a 130 kg/ha de semillas (corregidos por peso de 1000 granos y porcentaje de germinación).

## RESULTADOS

### Zafra 2014-15

El rendimiento varió significativamente entre las localidades, obteniéndose aprox. de 7 a 13 t/ha como rango de productividad. Dos sitios en el departamento de Rocha alcanzaron los más altos rendimientos, en particular se destacó la chacra de Alfonso Gómez (13,3 t/ha, Cuadro 2) aun con una siembra en el mes de noviembre.

Cuadro 2. Rendimiento SSL (t/ha) en ensayos de fajas en 201415.

Productor/Localidad/Departamento		Rend SSL (t/ha)
Alfonzo Gómez, Los Arroyitos, Rocha	A	13.32
San Pablo de Cebollatí, Lascano, Rocha	B	12.71
Alex Chagas, Rincón, TyT	B	12.48
"Chincho" Ferreira, 7ma, TyT	C	11.20
UEPF, Paso Farías, Artigas	C	10.91
Campo Rojo, India Muerta, Rocha	D	9.57
Aguerre, Pa. De Quirino, Tacuarembó.	E	8.95
Salto	F	7.11

En el conjunto de sitios evaluados y considerando los cultivares que fueron cosechados en la totalidad de los mismos, los mayores rendimientos se registraron en las líneas promisorias **SLI09197** y **L5903**, superando a El Paso 144 ( $P \geq 0.05$ ) (Cuadro 3 a).

Cuadro 3. Rendimiento SSL (t/ha) en líneas promisorias y testigos en el conjunto de sitios de zafra 2014/15.

a)			b)		
Cultivar		RendSSL (t/ha)	Cultivar		RendSSL (t/ha)
SLI09197	A	11.26	El Paso 144	A	11.9
L5903	A	11.03	INIA Olimar	AB	11.7
El Paso 144	B	10.51	SLI09190	B	11.5
SLI09193	B	10.33	SLI09193	B	11.4
			SLI09043	B	11.0

Cultivares en columnas con igual letra no difieren estadísticamente  $P=0.05$ . a) Rendimiento medio en todos los sitios en 2014/15; b) rendimiento SSL en localidades comunes para líneas experimentales de ciclo intermedio.

La variedad **INIA Olimar** no pudo ser cosechada en San Pablo de Cebollatí (Rocha) debido a daños de roedores. Excluido ese sitio del análisis general, este cultivar resulta así común en los restantes experimentos. En ese análisis, esta variedad muestra una amplia adaptación tanto en las zonas Norte y Centro-Norte (en las cuales es la principal variedad comercial en la actualidad) como en la zona Este. Su rendimiento medio (10,6 t/ha) fue superior al de El Paso 144 (10.1 t/ha,  $P=0.05$ ) y estadísticamente similar al de L5903 (10,9 t/ha). La variedad **Parao** no se cultivó en UEPF; considerando los ensayos en común con los restantes cultivares, su rendimiento medio (9,9 t/ha) fue similar a las otras variedades comerciales (10,3 y 10,2 t/ha) (datos no mostrados). Los cultivares de ciclo intermedio **SLI09043**, **SLI09190** y **SLI09193** presentaron rendimientos altos y de igual dimensión que la variedad comercial **INIA Olimar**. **El Paso 144** las superó signif. en 0,4-0,9 t/ha (Cuadro 3 b). Es de considerar que la ausencia de *Pyricularia* no permitió la expresión de la ventaja productiva que presentan los noveles cultivares dada por su resistencia genética a enfermedades. En tanto, considerando los cinco sitios (Arroyitos, 7ma de TyT, India Muerta, Rincón y Lascano) en que se evaluaron, **L9747** (11,0 t/ha) y **L9752** (10,9 t/ha) no difirieron ( $P \geq 0,05$ ) respecto a los testigos **Indica** (11,8-11,6) ni de **Parao** (10,8 t/ha).

La calidad molinera fue adecuada en la totalidad de los cultivares ajustándose en el % de entero y % de yeso a los parámetros industriales actuales. El %BT fue similar entre los cultivares y en todos los casos estuvo por debajo de la base de 70%; la ponderación en los parámetros antes mencionados implicaría la obtención de beneficios (entre 100-400 kg/ha) (datos no mostrados).

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD EN 2013/14-2014/15**

Las Líneas Experimentales **L5903** y **SLI09197** se han destacado por su rendimiento y calidad en microparcelas en una serie de ensayos experimentales en los últimos 6 años. En las dos últimas zafras (2013/14 y 2014/15) han sido evaluadas en ensayos de fajas en diversos ambientes (5 en 2013/14; 8 en 2014/15), distribuidas en la región Este y Centro-Norte (Cuadro 4). Con la información de 13 ambientes de producción dados por la combinación de localidades y años se realizó un análisis de estabilidad. La tendencia lineal de cada cultivar a través del rango de ambientes obtenidos se grafica en la Figura 1.

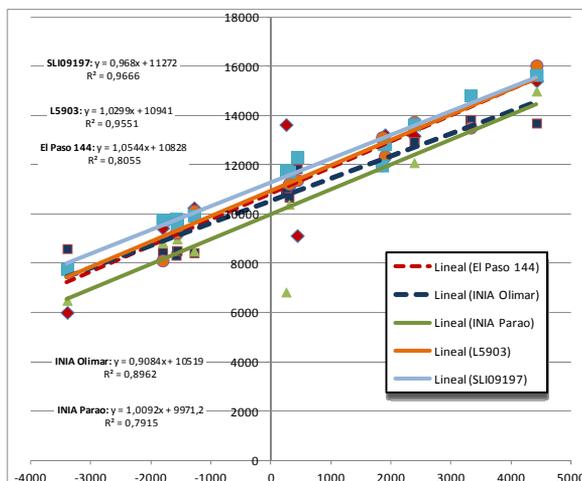


Figura 1. Tendencia lineal de rendimiento (kg/ha) de cultivares comerciales testigos y dos líneas experimentales (L5903 y SLI09197) sobre información de dos años (2013/14-2014/15) en macroparcelas.

Cuadro 4. Rendimiento según ambientes de cultivares testigos y Líneas Experimentales promisorias en zafras 2013/14 y 2014/15.

Ambiente	Cultivar					Prom/Ambiente
	El Paso 144	INIA Olimar	INIA Parao	L5903	SLI09197	
1415-Salto	6004	8593	6495	7813	7763	7334
1415-UE P de Quirino, Tacuarembó	9433	8448	8844	8115	9775	8923
1314-Rincon, Alex Chagas, 33	9160	8322	9195	9256	9811	9149
1415-Campo Rojo, India Muerta, Rocha	9479	8515	8986	9236	9608	9165
1314-Casarone, Rio Branco	10253	8430	8496	10128	9933	9448
1314-Paso Farías, Artigas	13628	10905	6831	11746	11790	10980
1415- Chincho Ferreira, 7ma baja 33	11105	10704	10389	11230	11722	11030
1415-UE Paso Farías, Artigas	9126	11839		11380	12320	11166
1415- Alex Chagas, Rincón, 33	11990	13053	12777	13116	11967	12580
1415-San Pablo de Cebollatí, Rocha	13215		12107	12355	12838	12629
1415-Alfonzo Gomez, Los Arroyitos, Rocha	13175	12946	12082	13740	13632	13115
1314-UE Paso de la Laguna, 33		13836		13509	14820	14055
1314-Chincho Ferreira, 7ma baja 33	15406	13693	14990	16032	15644	15153
Promedio/Cultivar	<b>11452</b>	<b>10972</b>	<b>10470</b>	<b>11654</b>	<b>11988</b>	<b>11449</b>

En un amplio de rango de ambientes evaluados en las 2 zafras pasadas, con rendimientos entre 7,3 a 15 t/ha, los cultivares han presentado una adecuada estabilidad (coeficiente b no diferente ( $P=0,05$ ) de  $b=1$ ) indicando una respuesta similar al promedio ante las variaciones ambientales. El potencial expresado por los genotipos alcanzó más de 11 t/ha en promedio con **L5903** y **SLI09197**. Parao resulta el cultivar con menor rendimiento medio, sin embargo es necesario considerar que no fue evaluado en ambientes de muy alta productividad como en "UEPL 13/14" (14 t/ha promedio).

**CONCLUSIONES**

El potencial productivo de las LEs **Indicas L5903** y **SLI09197** ha resultado muy promisorio en ensayos de microparcelas y al menos similar al de **El Paso 144** en experimentos con macroparcelas localizados en todas las regiones arroceras del país en las dos últimas zafras. Las diferencias con **INIA Olimar** fueron no significativas en términos estadísticos. La calidad molinera de los nuevos cultivares fue adecuada a los estándares de la industria. Estos noveles materiales se caracterizan por su reacción altamente resistentes (**HR**) a **Pyricularia** en evaluaciones realizadas en camas de infección (*S.Martínez com pers*).

## EVALUACIÓN FINAL DE CULTIVARES

F. Pérez de Vida<sup>1</sup>, P. Blanco<sup>2</sup>, G. Carracelas<sup>3</sup>, J. Vargas<sup>4</sup>

**PALABRAS CLAVE:** rendimiento, interacción genotipo\*ambiente, germoplasma elite.

### INTRODUCCIÓN

El material elite se define luego de una serie de años de evaluación en el campo experimental de Paso de la Laguna, Treinta y Tres. La etapa evaluación final de cultivares se realiza mediante una serie de ensayos que procuran explorar el comportamiento de estos en diferentes ambientes, con el objetivo de valorar la interacción genotipo\*ambiente. Con este propósito -al igual que en años anteriores- se sembraron ensayos en Paso Farías (UEPF, Artigas), Picada de Quirino (UETbó, Tacuarembó) y dos fechas de siembra en Paso de la Laguna (UEPL, Treinta y Tres).

### MATERIALES Y MÉTODOS

En UEPL se realizaron 2 ensayos de "Evaluación Final" (EvFinal) con fechas de siembra 4 de octubre y 10 de noviembre de 2014, con 4 repeticiones en diseño de bloques completos al azar. En cada ensayo se incluyeron -junto a las variedades comerciales El Paso 144, INIA Olimar, INIA Tacuarí, INIA Parao y el híbrido INOV CL como testigos- 11 cultivares **Indica**, 6 cultivares **Japónica** tropical, y 5 cultivares Clearfield(R). Así mismo, se sembraron en UEPF y UETbó. En UEPL se dispusieron 5 cultivares **Indica** adicionales: siendo 3 de origen IRGA, RS, Brasil.

Localización	Coordenadas	Fechas de siembra	Tipo de siembra	Fert basal	Coberturas Nitrógeno	Herbicidas
Paso de la Laguna, Treinta y Tres (UEPL)	33°16'S 54°10'O	5 /10 10/11	Lab Verano, Glifosato pre-siembra + Lab Mínimo	15* N,39 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 75 KCl	46 mac+ 32 prim 32mac+28 prim	Prop 1.5lt Clomaz. 0.8lt Quinclorac 1.6 Pirazulfuron 50g
Pa.Quirino, Tacuarembó (UE5S)	32°11'S 55°08'O	23 /10	Lab Verano, Glifosato pre-siembra + Lab secundario	18 N, 46 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	27 mac+27 prim	glifosato4lt
Paso Farías, Artigas (UEPF)	30°29'S 57°07'O	4 /10	Lab Verano, Glifosato pre-siembra + Lab Mínimo	18 N, 46 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 60 KCl,	32 mac+23 prim	1)Clom 0.9+ glifosato 4lt 2) Clomaz. 0.6 3)Ricer 0.75

\*kg/ha de nutriente.

### RESULTADOS

Los rendimientos variaron significativamente entre los ambientes del norte vs UEPL (Cuadro 1). Las condiciones particulares del año con ausencia de estrés por bajas temperaturas, alta radiación en febrero y marzo permitieron un rendimiento similar entre las fechas de siembra, favoreciendo a la fecha tardía (UEPL2), respecto a lo esperable.

Cuadro 1. Rendimiento físico y "Sano, Seco y Limpio" (SSL) según análisis conjunto en zafra 2014/15.

Localización	Rend (t/ha)*	SSL (t/ha)*
UETbo	11.47 a	11.62 a
UEPF	11.37 a	11.86 a
UEPL2	8.72 b	9.10 b
UEPL1	8.59 b	8.94 b

La interacción de cultivares\*ensayo fue significativa debido a cambios de ranking en los cultivares, influenciados por el cambio de ambientes: Norte vs Este, principalmente. La similitud de los rendimientos "SSL" y la no existencia de interacción G\*E en los ambientes más contrastantes (por ej: en UEPL entre

<sup>1</sup> Ph.D. INIA. Programa Arroz. [fperez@inia.org.uy](mailto:fperez@inia.org.uy)

<sup>2</sup> M.Sc. INIA. Programa Arroz. [pblanco@inia.org.uy](mailto:pblanco@inia.org.uy)

<sup>3</sup> M.Sc. INIA. Programa Arroz. [gcarracelas@inia.org.uy](mailto:gcarracelas@inia.org.uy)

<sup>4</sup> Asistente de Investigación, INIA. Programa Arroz

UEPL1 y UEPL2) permite valorar los genotipos con un mayor número de repeticiones. En cuadro 2 se presentan las medias de rendimiento, SSL y calidad molinera para dichos ambientes "macro". El grupo se ordena según rendimiento SSL promedio en todos los sitios. Los cultivares **SLI09193** (14,2 t/ha) y **SLI09197** (10,3 t/ha) se destacaron por su productividad en el norte y este respectivamente.

Cuadro 2. Rendimiento y "SSL" (t/ha) en cultivares en Evaluación Final, según análisis por regiones norte (UEPF y UETbó) y este (UEPL1 y UEPL2) en la zafra 2014/15.

Cultivar	Evaluación Final 2014/15											
	UEPL 1 & UEPL2						UEPF & UETbó					
	Rend (t/ha)	SSL (t/ha)	VR (EP144)	BT%	Ent%	%Yes	Rend (t/ha)	SSL (t/ha)	VR (Olim)	BT%	Ent%	%Yes
SLI-09-193 (0)	8.94	9.18	111	70.1	64.1	2.5	13.78	14.23	121	69.0	67.3	6.0
SLI-09-197 (0)	9.82	10.29	125	70.6	65.4	5.3	12.44	13.05	111	69.5	67.9	4.9
Inov CL (6.5)	9.27	9.53	115	71.6	61.9	4.2	13.45	13.67	116	69.8	65.4	9.9
SLI-09-195 (1)	9.64	9.84	119	70.7	65.1	7.2	12.64	13.27	112	69.5	67.4	4.1
SLI-09-164 (6)	9.14	9.45	114	69.7	61.4	3.3	13.02	13.64	116	69.0	67.1	0.7
<b>L5903 (0)</b>	<b>9.51</b>	<b>9.89</b>	120	<b>72.5</b>	<b>65.4</b>	<b>4.4</b>	<b>11.82</b>	<b>12.38</b>	105	<b>69.4</b>	<b>67.3</b>	<b>4.6</b>
SLI-09-190 (0)	8.90	9.33	113	69.8	65.9	4.9	12.05	12.66	107	69.1	67.5	3.4
SLF-10-090 (0)	9.36	9.86	119	71.0	66.4	3.0	12.66	11.85	100	69.5	66.9	2.5
L9747 (0)	9.20	9.67	117	72.1	68.7	5.0	11.18	11.90	101	70.3	68.3	2.4
<b>El Paso 144 (7)</b>	<b>7.94</b>	<b>8.26</b>	100	<b>70.0</b>	<b>63.1</b>	<b>4.2</b>	<b>12.47</b>	<b>13.08</b>	111	<b>69.1</b>	<b>66.7</b>	<b>3.0</b>
SLF-10-421 (7)	8.60	8.84	107	69.6	63.2	2.2	11.70	12.25	104	68.5	66.9	2.4
SLF-11-072 (0)	8.75	9.06	110	71.3	65.8	8.4	12.54	11.94	101	69.7	66.5	4.8
CL244 (6.5)	8.31	8.37	101	69.1	61.3	2.4	11.92	12.42	105	68.4	66.4	2.1
<b>INIA Olimar (6)</b>	<b>8.52</b>	<b>8.89</b>	108	<b>69.4</b>	<b>63.1</b>	<b>2.3</b>	<b>11.14</b>	<b>11.81</b>	100	<b>69.2</b>	<b>67.2</b>	<b>0.5</b>
SLF-11-046 (1)	8.94	9.06	110	70.9	54.3	5.0	11.20	11.56	98	70.1	66.5	5.2
L9752 (1)	8.78	9.27	112	71.9	68.8	2.2	10.30	10.89	92	69.5	67.2	1.4
SLI-09-043 (1)	8.01	8.50	103	70.4	66.4	3.7	10.90	11.52	98	69.0	67.2	1.3
L9620 (0)	8.83	9.14	111	70.9	66.0	4.0	10.34	10.79	91	68.8	66.5	4.2
L9556 (0)	7.85	8.25	100	71.4	62.7	3.7	11.08	11.49	97	69.2	64.9	0.6
L9617 (1)	8.32	8.69	105	70.8	65.3	4.6	9.50	9.96	84	69.2	66.4	3.6
CL212 (1)	7.69	7.65	93	70.0	61.7	5.3	10.64	10.96	93	68.3	65.5	7.1
L9618 (0)	8.17	8.39	102	71.0	66.8	3.0	9.36	9.92	84	69.4	66.9	2.4
Puitá INTA CL (7)	7.89	7.78	94	70.0	65.0	0.8	9.75	10.24	87	68.9	66.5	2.1
<b>INIA Parao (1)</b>	<b>8.12</b>	<b>8.44</b>	102	<b>70.6</b>	<b>66.0</b>	<b>3.5</b>	<b>8.98</b>	<b>9.39</b>	80	<b>69.2</b>	<b>66.0</b>	<b>5.8</b>
CL933 (0)	7.87	8.03	97	72.0	62.4	4.2	10.16	9.75	83	69.5	63.6	10.1
INIA Tacuarí (2)	7.87	8.38	101	72.5	67.4	5.0						
SLF-11-042 (0)	8.87	8.59	99	71.9	57.7	5.6						
SLF-11-047 (0)	9.58	9.59	110	72.0	58.2	5.6						
IRGA424 (1)	7.44	7.58	87	70.3	62.5	7.3						
IRGA424RI (0)	8.81	9.27	107	71.2	66.3	7.1						
IRGA430 (0)	8.00	7.85	90	71.0	51.7	1.0						
<b>Media</b>	<b>8.51</b>	<b>8.82</b>		<b>70.89</b>	<b>63.72</b>	<b>4.09</b>	<b>11.3</b>	<b>11.6</b>		<b>69.4</b>	<b>66.9</b>	<b>4.7</b>
			UEPL1		66.3	2.88	11.35	11.9	UEPF	68.8	65.8	0.7
			UEPL2		60.8	5.56	11.45	11.66	UETbo	69.7	67.5	7.5
RMean Sq Error	1.06	1.11		5.54	24.57	1.33	1.53	1.87		0.59	1.04	3.99
CV(%)	12.49	12.63		7.82	38.57	32.47	13.57	16.16		0.85	1.56	84.83
Prob > F	<,0001	<,0001		<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001		<,0001	<,0001	<,0001
Bloque	0,1347	0,0518		0,3027	0,8781	<,0001	0,676	0,632		0,0163	0,039	0,0013
Cultivar	<,0001	<,0001		<,0001	<,0001	<,0001	0,709	0,460		<,0001	<,0001	<,0001
Ensayo	0,1606	0,3165		0,0025	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001		<,0001	<,0001	0,0109
Ensayo*Cultivar	0,0190	0,3381		0,0084	<,0001	<,0001	0,268	0,139		<,0001	<,0001	0,1516
MDS(5%)	1.48	1.56		0.78	3.43	1.85	2.15	2.62		0.83	1.46	5.60

VR: es valor relativo a SSL del testigo comercialmente relevante en cada región (por ej. INIA Olimar en región norte). Valores entre paréntesis en cultivares es reacción a *Pyricularia* en camas de infección, escala 0-1: HR altamente resistente, 7-9:HS altamente susceptible.

En particular el cultivar **SLI09197** se ha destacado por un alto potencial en ensayos de fajas en diversas localidades en las dos últimas zafas (Pérez de Vida, 2014 y en esta publicación), constituyéndose en un genotipo de interés por su productividad, calidad molinera y resistencia a *Pyricularia*. Sin embargo su ciclo a floración (110 días, similar a El Paso 144) y ciclo a cosecha (5-7 días superior a aquella variedad),

motiva la identificación de cultivares de ciclo intermedio. **SLI09193** presenta aprox. 7-10 días de precocidad respecto a la LE mencionada. Su potencial ha sido en general algo inferior las de ciclo mayor, pero similar a INIA Olimar. Su resistencia a *Pyricularia* es HR, al igual que en **SLI09197**. Noveles LEs (*Indicas*) como **SLF11-046** y **SLF11-072** producen 10% más que **El Paso 144** en UEPL, sin embargo en el norte los rendimientos no difieren los de **INIA Olimar** (11,8 t/ha). En ensayos contiguos (semi E4.1 y E4.2) estas líneas produjeron rendimientos entorno a las 13 t/ha en UEPF (Pérez de Vida 2015).

En UEPL líneas experimentales del subtipo Japónica **L9747**, **L9752**, **L9620** producen 17-11% más que El Paso 144 (Cuadro 2). Con excepción de **L9747**, estas líneas no se adaptaron a las condiciones del norte de acuerdo a la productividad moderada de 10-11,5 t/ha cuando los testigos alcanzaron 12-13 t/ha aproximadamente.

La calidad molinera fue acorde a los requerimientos de la industria en la amplia mayoría del material evaluado. Los testigos presentaron %Yes en general bajos (en UEPL, 2,3%, 3,5%, 4,2% en Olimar, Parao y El Paso 144, respectivamente; en UEPF los valores fueron aun inferiores). L5903 presentó valores similares a El Paso 144, con mayor %BT y % Ent como es típico en esta novel LE.

## CONCLUSIONES

En las condiciones particulares de la zafra pasada -en que se obtuvieron rendimientos record a nivel nacional- los cultivares *Indica* avanzados como **SLI09193**, **SLI09197** superaron a los testigos, a la vez que contribuyen con una sólida resistencia a *Pyricularia*.

## BIBLIOGRAFÍA

**PÉREZ DE VIDA F. 2013.** Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Indica*. Actividades de Difusión 686. INIA Treinta y Tres.

**PÉREZ DE VIDA F. 2014.** Evaluación avanzada de cultivares *Indica*. Actividades de Difusión 713. INIA Treinta y Tres.

**PÉREZ DE VIDA F. G. CARRACELAS, J. VARGAS 2015.** Evaluación Avanzada de Cultivares *Indica*. Actividades de Difusión 751. INIA Tacuarembó.

## EVALUACIÓN AVANZADA DE CULTIVARES *INDICAS*

F. Pérez de Vida<sup>1</sup> G. Carracelas<sup>2</sup>, J. Vargas<sup>3</sup>

**PALABRAS CLAVE:** rendimiento, adaptación, germoplasma elite.

### INTRODUCCIÓN

La evaluación de cultivares *Indica* se realiza en sus etapas iniciales (generaciones F7, F8) en la Unidad Experimental de INIA en Paso de la Laguna, Treinta y Tres. Luego de estas etapas de selección, el grupo que continúa en un tercer o cuarto año se evalúa adicionalmente en al menos otro ambiente diferente. La Unidad Experimental Paso Farías por dotación de área y condiciones ambientales más contrastantes se selecciona para este fin. De esta manera, se evaluaron en ambos sitios en la zafra 2014-15 un total de 58 Líneas Experimentales (LEs) Avanzadas (cuarto año de evaluación parcelaria), junto a tres cultivares testigos, **El Paso 144**, **INIA Olimar** y **L5903**. El material genético se distribuyó en dos ensayos -29 genotipos en cada uno-. El listado de cultivares en evaluación se incluyen en el Cuadro 2.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos sembrados conjuntamente con un total de 32 entradas en cada uno. De estos genotipos, 3 eran cultivares testigos en común en los dos ensayos, y 29 LEs. La fecha de siembra fue 4 de Octubre de 2014, en un suelo Vertisol de la unidad Itapebí-Tres Arboles de la UEPE, en un sector de mínima pendiente. En UEPL se sembró el día 10 de Octubre. En ambos casos se utilizaron sembradoras experimental marca Hege, con sistema de siembra adaptado para condiciones de laboreo mínimo. En UEPE la preparación de suelos comprendió un barbecho químico (Glifosato potásico 4 L/ha + Clomazone 0,8 L/ha) con anticipación (24 de septiembre) sobre un rastrojo de soja y posterior siembra. Se aplicaron 100 kg/ha de 18-46 + 60 kg KCl; en pleno macollaje se aplicaron 70 kg/ha de urea (24- Octubre) y a primordio 50 kg/ha de urea (3-Diciembre). Un último control de malezas se realizó el 24 de Octubre (Clomazone 0,600 L/ha + Ricer 0.175 L/ha). En UEPL se realizó un barbecho químico (Glifosato potásico 4 L/ha) el 15 de septiembre. Se fertilizó a la base con 85 kg/ha de 18-46 + 75 kg KCl. Las aplicaciones de urea a macollaje fue de 80 kg/ha y a primordio de 60 kg/ha. El control de malezas se realizó con una mezcla de tanque de Clomazone 0,8 L/ha, Quinclorac 1,2 L/ha, Pirazulfuron 60g/ha. No se realizaron controles químicos de hongos en ningún caso.

### RESULTADOS

#### ZAFRA 2014-15

El rendimiento en UEPE (11,1 t/ha) fue significativamente superior al de UEPL (10,5 t/ha); la diferencia entre los ensayos no fue significativa en el promedio, sin embargo el grupo en **Semi-E4.1** varió de 11.5 (UEPE) a 10.2 (UEPL). Los rendimientos considerando solo el promedio de los 3 cultivares testigos comunes en los ensayos referidos confirma los resultados mencionados. La inclusión de la variable "ensayo" en el modelo estadístico permite corregir los rendimientos de las líneas experimentales y hacerlas comparables en un análisis conjunto. En el grupo de cultivares testigos resultó una productividad significativamente superior de **L5903** respecto a las variedades comerciales **El Paso 144** e **INIA Olimar** (Cuadro 1). Así mismo, la interacción cultivar\*ensayo fue no significativa (ns; P=0,05) (Figura 1).

Las diez **LEs** de mayor productividad obtuvieron rendimientos medios en ambos sitios de aprox 12 a 13 t/ha, mientras los cultivares testigos obtuvieron 12,6; 10,3 y 9,8 t/ha (**L5903**, **El Paso 144** e **INIA Olimar** respectivamente). Considerando la performance en ambas localidades, algunos cultivares como **SLF11-034**, **SLF11-046**, **SLF11-033** y **SLF11-049** presentan alta y estable productividad en los diferentes ambientes utilizados (Cuadro 2). La resistencia a *Pyricularia* en camas de infección (S. Martínez) fue acorde a los antecedentes del material, destacándose el grupo por la alta resistencia al patógeno; siguiendo el estricto criterio de selección aplicado.

<sup>1</sup> Ph.D. INIA. Programa Arroz. [fperez@inia.org.uy](mailto:fperez@inia.org.uy)

<sup>2</sup> M.Sc. INIA. Programa Arroz. [gcarracelas@inia.org.uy](mailto:gcarracelas@inia.org.uy)

<sup>3</sup> Asistente de Investigación, INIA. Programa Arroz

Cuadro 1. Rendimiento SSL (t/ha) en cultivares testigos en promedio de localidades, 2014/15. Números entre paréntesis de cada cultivar indican la reacción a *Pyricularia* en camas de infección (S.Martínez). (0= HR, altamente resistente, 7-9=HS, altamente susceptible).

Cultivar		Rend SSL t/ha
L5903 (0)	A	13.01
El Paso 144 (7)	B	10.66
INIA Olimar (7)	B	10.08

Cultivares no conectados por igual letra son estadísticamente diferentes a P=0.05

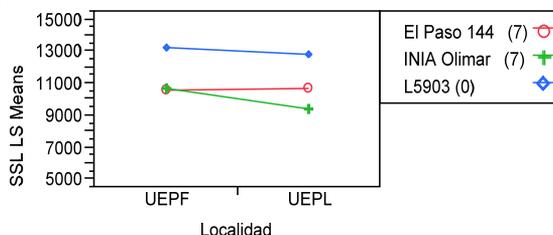


Figura 1. Rendimientos (SSL, kg/ha) de cultivares testigos en ensayos "SemiE4-1" y SemiE4-2 en UEPF, Artigas y UEPL, Treinta y Tres, 2014-15

Cuadro 2. Rendimiento SSL (t/ha) de Líneas Experimentales Avanzadas *Indica* en Unidades Experimentales Paso de Farías (Artigas) y Paso de la Laguna (Treinta y Tres), 2014/15.

**Evaluación Avanzada 2014/15**

Cultivar	Rend SSL		Rank.	Rend SSL		Rank.	Rend SSL		Rank.	Rend SSL		Rank.
	Rank.	UEPF		Rank.	UEPL		Promedio	Rank.		UEPF	Rank.	
SLF-11-034(0)	2	13.83	4	12.11	12.97	16	11.90	11.22	11.56			
SLF-11-041(0)	1	14.53	17	11.15	12.84	30	10.51	11.55				
SLF-11-046(0)	6	13.29	3	12.14	12.71	35	10.30	11.48				
<b>L5903</b>	<b>12</b>	<b>12.82</b>	<b>1</b>	<b>12.36</b>	<b>12.59</b>							
SLF-11-033(0)	9	13.12	6	11.95	12.54	26	10.75	11.35				
SLF-11-049(0)	10	13.07	7	11.95	12.51	37	10.30	11.24				
SLF-11-037(0)	5	13.37	11	11.37	12.37	19	10.93	11.02				
SLF-11-045(0)	17	12.19	2	12.30	12.24	25	10.81	10.88				
SLF 12-089(0)	11	12.87	12	11.34	12.10	38	10.25	10.87				
SLF 12-109(0)	7	13.28	21	10.91	12.09	31	11.11	10.80				
SLF-11-004(0)	8	13.15	18	10.95	12.05	37	10.70	10.77				
SLF-11-314(0)	19	12.16	8	11.89	12.03	44	9.97	10.74				
SLF 12-085(0)	20	12.00	10	11.79	11.90	20	10.92	10.68				
SLF 12-021(0)	15	12.52	14	11.24	11.88	36	10.85	10.64				
SLF-11-005(0)	16	12.42	15	11.22	11.82	41	10.12	10.64				
SLF-11-060(0)	23	11.65	9	11.85	11.75	24	10.84	10.56				
SLF 12-064(0)	3	13.66	48	9.83	11.74	52	9.58	10.35				
SLF-11-043(0)	4	13.51	49	9.76	11.64							
SLF-11-203(0-1)	33	11.09	5	12.09	11.59							
<b>El Paso 144</b>	<b>44</b>	<b>10.32</b>	<b>36</b>	<b>10.30</b>	<b>10.31</b>							
<b>INIA Olimar</b>	<b>38</b>	<b>10.46</b>	<b>57</b>	<b>9.08</b>	<b>9.77</b>							

Números entre paréntesis de cada cultivar indican la reacción a *Pyricularia* en camas de infección (S.Martínez). (0= HR, altamente resistente, 7-9=HS, altamente susceptible).

No se registró ataque de brusone (*Pyricularia*) en el campo experimental, por lo cual las diferencias en rendimientos respecto a los testigos comerciales (altamente susceptibles) no deben asociarse a la incidencia del patógeno.

**ANÁLISIS HISTÓRICO**

Las Líneas Experimentales *Indicas* en evaluación avanzada han tenido 4 años de ensayos a nivel de campo, comenzando en la zafra 2011-12 hasta la zafra 2014/15. Con la excepción de este pasado año - en que se incluye UEPF como localidad de evaluación- la valoración de este material se realizó exclusivamente en UE Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres. La misma se hace en parcelas de 2,4 m<sup>2</sup> como área de cosecha. En la misma localidad se realiza la evaluación de resistencia a *Pyricularia* en camas de infección (S. Martínez), cuyos resultados se reportan en la presente tabla de datos.

El análisis estadístico de varios experimentos llevados a cabo a través de una serie de situaciones (años, localidades, ensayos) permite una más adecuada valoración de la estabilidad del comportamiento productivo y calidad de molino a través de la serie. En cCuadro 3 se presenta un resumen de la información colectada para este grupo de cultivares. Se destaca las ubicaciones N°29 y 50 de las variedades comerciales **INIA Olimar** y **El Paso 144** en el ranking comprendiendo 60 cultivares en total (no todos mostrados). Los cultivares noveles que desarrollan mayor productividad SSL alcanzan entre 10-15% de mayor rendimiento; sin embargo estas poblaciones, de origen FLAR -además de su alta

productividad y excelente resistencia a *Pyricularia*- presentan valores de granos yesados y % de enteros que en algunos casos están fuera del rango de comercialización deseado.

Cuadro 3. Rendimiento (t/ha) físico, SSL y parámetros de calidad molinera en Líneas Experimentales *Indica* evaluadas en el periodo 2011/12 a 2014/15. Ranking según rendimiento SSL.

	Cultivar	Rend* (t/ha)		SSL* (t/ha)		%BT*	%Ent*	%YesoTot*
		VR Olimar=100		VR Olimar=100				
1	<b>SLF-11-046(0)</b>	<b>10.64</b>	<b>113</b>	<b>10.94</b>	<b>116</b>	<b>71.2</b>	<b>58.5</b>	<b>5.9</b>
2	SLF-11-060(0)	10.61	113	10.77	114	70.5	60.2	10.3
3	SLF-11-033(0)	10.74	114	10.70	113	70.8	55.0	9.4
4	<b>SLF-11-049(0)</b>	<b>10.22</b>	<b>109</b>	<b>10.67</b>	<b>113</b>	<b>72.8</b>	<b>60.1</b>	<b>4.5</b>
5	SLF-11-041(0)	10.79	115	10.53	111	69.8	52.5	8.3
6	SLF-11-203(0-1)	10.51	112	10.44	110	70.3	58.5	9.8
7	SLF-11-101(0)	10.34	110	10.30	109	71.0	54.3	9.1
8	SLF-11-045(0)	9.98	106	10.24	108	71.6	60.3	7.1
9	SLF-11-212(0)	10.11	108	10.23	108	70.2	59.3	9.0
10	SLF-11-034(0)	10.46	111	10.20	108	70.3	53.5	10.1
11	SLF-11-032(0)	10.12	108	10.18	108	71.4	57.8	8.6
12	<b>SLF-11-072(0)</b>	<b>9.83</b>	<b>105</b>	<b>10.14</b>	<b>107</b>	<b>70.8</b>	<b>61.1</b>	<b>7.7</b>
13	<b>SLF-11-037(0)</b>	<b>10.04</b>	<b>107</b>	<b>10.12</b>	<b>107</b>	<b>70.7</b>	<b>56.5</b>	<b>6.5</b>
14	<b>SLF-11-047(0)</b>	<b>9.79</b>	<b>104</b>	<b>10.12</b>	<b>107</b>	<b>71.5</b>	<b>59.5</b>	<b>7.0</b>
15	SLF 12-089(0)	10.15	108	10.12	107	69.5	55.7	8.1
16	<b>SLF-11-042(0)</b>	<b>9.84</b>	<b>105</b>	<b>10.02</b>	<b>106</b>	<b>71.0</b>	<b>57.0</b>	<b>5.6</b>
17	SLF 12-109(0)	10.01	107	10.02	106	70.3	55.7	7.6
18	SLF-11-079(0)	9.85	105	10.01	106	70.4	60.4	10.3
19	SLF 12-030(0)	10.35	110	9.97	105	69.0	49.1	8.4
20	SLF-11-314(0)	9.91	106	9.95	105	69.0	57.0	8.0
21	SLF 12-085(0)	10.20	109	9.93	105	69.3	55.3	12.5
22	SLF-11-031(0)	9.95	106	9.79	104	70.6	52.8	7.7
23	SLF-11-004(0)	9.77	106	9.72	103	70.6	55.8	9.9
24	SLF-11-043(0)	9.79	106	9.70	103	70.6	56.0	8.1
25	SLF-11-005(0)	9.94	<b>106</b>	9.69	102	69.6	54.0	7.2
26	SLF-11-091(0)	9.47	106	9.65	102	71.0	59.1	8.3
27	SLF-11-029(0)	9.52	106	9.61	102	70.6	55.1	7.0
28	SLF 12-021(0)	9.95	<b>106</b>	9.48	100	69.5	55.1	14.2
<b>29</b>	<b>INIA Olimar (7)</b>	<b>9.38</b>	<b>100</b>	<b>9.46</b>	<b>100</b>	<b>67.2</b>	<b>59.2</b>	<b>4.8</b>
<b>50</b>	<b>El Paso 144 (7)</b>	<b>8.75</b>		<b>8.83</b>		<b>69.0</b>	<b>58.7</b>	<b>7.0</b>
56	SLF 12-016(0)	9.91	<b>106</b>	8.52		67.6	49.3	15.2

\*medias ajustadas por mínimos cuadrados

## CONCLUSIONES

Se destacan las líneas experimentales **SLF11046**, **SLF11047**, **SLF11072**, **SLF11042** y **SLF11049** con alta productividad, excelente resistencia a *Pyricularia sp* y calidad de molino adecuada. Las primeras cuatro LEs mencionadas fueron evaluadas en 2014/15 como un primer año en ensayos de Evaluación Final (ensayos de épocas de siembra en UEPL y principales regiones arroceras (Tacuarembó y UEPL)).

## EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE CALIDAD AMERICANA

P. Blanco<sup>1</sup>, F. Molina<sup>2</sup>, S. Martínez<sup>3</sup>, G. Carracelas<sup>4</sup>, W. Silvera<sup>5</sup>, J. Vargas<sup>5</sup>, M. Villalba<sup>5</sup>

**PALABRAS CLAVE:** mejoramiento genético, arroz, japónica tropical

### INTRODUCCIÓN

En la zafra 2014/15 se evaluaron 1120 líneas experimentales de tipo japónica tropical (calidad americana). Estos cultivares se distribuyeron en ensayos Avanzados, Intermedios y Preliminares. Seis de los cultivares en evaluación avanzada también fueron incluidos en los ensayos internos de evaluación final y 5 de ellos en la Red Nacional de Evaluación de Cultivares. Los 177 cultivares de calidad americana en evaluación avanzada se agruparon en ensayos E5 (E5-1 y E5-2), E4 (E4-1) y E3 (E3-1 a E3-4), cumpliendo 5, 4 y 3 años de evaluación, respectivamente. Todos estos ensayos fueron sembrados en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL) y los ensayos E5 también fueron sembrados en Paso Farías (UEPF), Artigas. Las 196 líneas experimentales en evaluación intermedia fueron distribuidas en 7 ensayos E2. Complementariamente, en la zafra 2014/15 ingresaron en evaluación preliminar 673 líneas experimentales, provenientes de cruzamientos locales, las que fueron distribuidas en 12 ensayos E1. Los ensayos E1 y E2 fueron sembrados solamente en la UEPL, con dos repeticiones. En este artículo solamente se presenta información detallada de los 54 cultivares más avanzados (E5), cuyo potencial de rendimiento ha sido destacado en zafras previas, alcanzando algunos de ellos 13-14 t/ha, en 2012/13 y 2010/11.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En 2014/15, los ensayos E5, E4 y E3 fueron sembrados el 22 y 23/10/14 en la UEPL, mientras que en UEPF los ensayos E5 fueron sembrados el 3/10/14 (INIA Tacuarembó). El diseño de estos ensayos fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Por su parte, los ensayos E2 fueron sembrados el 28/10 y los E1 del 10 al 19/11, todos en UEPL. En todos los ensayos las parcelas fueron de 6 hileras de 3,4 m a 0,20 de separación y la densidad de siembra fue de 165 kg/ha. En UEPL, la fertilización basal fue realizada al voleo e incorporada con disquera, aplicándose 14,4 kg/ha de N, 37 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 45 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Los ensayos recibieron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 60 y 27,6 kg/ha de N, respectivamente. El control de malezas en los ensayos fue realizado con una mezcla de tanque de propanil + quinclorac + clomazone + pirazosulfurón (3,8 + 1,7 + 0,80 l/ha + 55 g/ha). En UEPF, la fertilización basal fue con 18 kg/ha de N, 46 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 36 kg/ha de K<sub>2</sub>O, realizándose luego dos aplicaciones de urea de 32 y 23 kg/ha de N cada una. En este caso, el control de malezas se realizó con una aplicación pre emergente de glifosato + clomazone (4 + 0,84 l/ha) y una aplicación post emergente de clomazone + penoxulam (0,6 + 0,175 l/ha).

Por razones de espacio, en este artículo sólo se presentan los cuadros con la información y análisis estadísticos correspondientes a la zafra 2014/15 de los ensayos E5 (UEPL y UEPF), así como un resumen de los 5 años de evaluación en UEPL para los cultivares de mayor rendimiento. En los cuadros de la zafra 2014/15 se incluye información de los análisis de varianza, indicándose si existieron diferencias significativas para cultivares o repeticiones, a través del nivel de probabilidad (diferencias significativas: 0,05 > P > 0,01; muy significativas: P < 0,01). También se incluyen el Coeficiente de Variación (CV%) y la Mínima Diferencia Significativa (MDS P < 0,05). Los signos de "+" y "-" indican diferencias significativas de cada cultivar con el testigo INIA Tacuarí, en la respectiva columna de medias. Se evaluó rendimiento, calidad industrial y culinaria, características agronómicas e incidencia de enfermedades del tallo al final del ciclo. Esta última evaluación, al igual que la de *Pyricularia*, se realizó por el Sistema de Evaluación Estándar (SEE), con escala de 0 a 9. La información de resistencia a *Pyricularia* proviene del vivero con inoculación artificial.

<sup>1</sup> Ing. Agr., M. Sc., INIA. Programa Arroz, [pblanco@inia.org.uy](mailto:pblanco@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr., INIA. Programa Arroz, [fmolina@inia.org.uy](mailto:fmolina@inia.org.uy)

<sup>3</sup> Ing. Agr., Dr., INIA. Programa Arroz, [smartinez@inia.org.uy](mailto:smartinez@inia.org.uy)

<sup>4</sup> Ing. Agr., INIA. Programa Arroz, [gcarracelas@inia.org.uy](mailto:gcarracelas@inia.org.uy)

<sup>5</sup> Asistente de Investigación / Asistente de Laboratorio, INIA. Programa Arroz.

**RESULTADOS**

**A. Cultivares E5, zafra 2014/15. E5-1:** En la zafra 2014/15, los rendimientos promedio de los ensayos E5-1 localizados en UEPL y UEPF fueron similares, con 10,1 y 9,9 t/ha, respectivamente, con excelente calidad molinera. En UEPL, el máximo rendimiento fue alcanzado por la línea L9576 (11,5 t/ha), la cual superó significativamente a INIA Tacuarí (10 t/ha) y a El Paso 144 (9,1 t/ha) y produjo 9% más que Parao (10,5 t/ha). L9576 presentó buena sanidad en tallos, resistencia a *Pyricularia* en hoja y muy buena calidad en ambas localizaciones. En UEPF, el máximo rendimiento fue alcanzado por INIA Olimar (12,8 t/ha), seguida de la línea L9325 (11,7 t/ha), la cual también se destacó en UEPL (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evaluación Avanzada, E5-1, 2014/15. Rendimiento y calidad molinera en UEPL y UEPF y características agronómicas en UEPL, para las 12 líneas más productivas y testigos.

N° Cultivar	Rendimiento kg/ha			Flor. Días	Altura cm	Scl (1)	Rhizo. (1)	Pyri (1) hoja	B Total %		Entero %		Yesado %	
	PL	PF	Media						PL	PF	PL	PF	PL	PF
<b>32 INIA Olimar</b>	<b>10588</b>	<b>12798 +</b>	<b>11693</b>	<b>93 +</b>	<b>85</b>	<b>3.0</b>	<b>2.7 -</b>	<b>7.0</b>	<b>68.5 -</b>	<b>68.4 -</b>	<b>65.2 -</b>	<b>65.6 +</b>	<b>0.7 -</b>	<b>1.8 -</b>
11 L 9325	10845	11653 +	11249	98 +	79 -	2.7	2.3 -	0.0	70.2 -	69.4 -	61.6 -	62.5	5.7 +	4.9
26 L 9576	11447 +	10884 +	11166	101 +	86	2.7	3.7 -	0.0	69.5 -	68.7 -	65.4 -	66.6 +	3.1	1.6 -
7 L 9389	10416	11310 +	10863	99 +	71 -	3.0	3.7 -	0.0	69.4 -	69.2 -	63.2 -	65.1	6.7 +	6.6
28 L 9595	10572	11085 +	10829	100 +	72 -	2.3	5.3	0.5	71.4	69.8	67.8	64.3	0.7 -	1.3 -
6 L 9395	10689	10882 +	10786	98 +	77 -	2.7	3.0 -	0.0	70.6	68.6 -	67.2	65.1	3.0	4.5
9 L 9375	10049	11327 +	10688	98 +	69 -	3.3	4.3 -	0.5	71.2	69.2 -	65.6 -	64.7	3.1	3.4 -
10 L 9312	10529	10309 +	10419	99 +	78 -	4.0	5.7	0.0	71.0	69.4 -	67.7	64.2	2.9	6.5
27 L 9563	10025	10698 +	10362	100 +	76 -	2.3	4.0 -	0.5	69.7 -	69.1 -	63.0 -	65.4	3.5	1.9 -
25 L 9555	10229	10461 +	10345	99 +	74 -	2.7	4.3 -	0.5	70.1 -	69.1 -	63.6 -	63.0	5.6 +	5.1
<b>31 El Paso 144</b>	<b>9084</b>	<b>11573 +</b>	<b>10329</b>	<b>99 +</b>	<b>85</b>	<b>3.3</b>	<b>4.7</b>	<b>7.0</b>	<b>69.7 -</b>	<b>68.7 -</b>	<b>66.1</b>	<b>66.5 +</b>	<b>1.4</b>	<b>5.8</b>
23 L 9556	10338	10289 +	10313	96 +	73 -	2.7	2.7 -	0.0	70.1 -	68.4 -	62.1 -	59.2 -	2.8	2.7 -
16 L 9430	10639	9844 +	10242	97 +	84	3.3	2.7 -	0.0	71.3	69.4 -	67.4	65.1	1.4 -	2.2 -
1 L 9261	9878	10497 +	10188	97 +	83	2.0 -	2.7 -	1.0	70.4 -	69.4 -	66.6	63.4	0.6 -	2.4 -
<b>30 Parao</b>	<b>10487</b>	<b>9870 +</b>	<b>10179</b>	<b>97 +</b>	<b>71 -</b>	<b>3.3</b>	<b>3.7 -</b>	<b>0.5</b>	<b>70.1 -</b>	<b>68.3 -</b>	<b>66.9</b>	<b>64.6</b>	<b>1.6</b>	<b>2.4 -</b>
<b>29 INIA Tacuarí</b>	<b>10053</b>	<b>7591</b>	<b>8822</b>	<b>89</b>	<b>87</b>	<b>3.7</b>	<b>6.7</b>	<b>0.5</b>	<b>71.4</b>	<b>70.2</b>	<b>67.9</b>	<b>63.2</b>	<b>2.6</b>	<b>7.0</b>
<b>Media</b>	<b>10053</b>	<b>9873</b>	<b>9963</b>	<b>97</b>	<b>77</b>	<b>3.0</b>	<b>3.9</b>	<b>0.6</b>	<b>70.3</b>	<b>68.9</b>	<b>65.5</b>	<b>63.8</b>	<b>2.7</b>	<b>4.1</b>
<b>P Bloque</b>	0.006	0.000		0.024	0.102	0.112	0.341		0.831	0.000	0.675	0.000	0.000	0.000
<b>P Cultivar</b>	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.025		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>CV%</b>	6.0	10.1		1.2	5.1	28.4	37.0		0.8	0.6	1.8	2.1	16.9	17.3
<b>MDS 0.05</b>	983	1625		2.0	6.4	1.4	2.3		0.9	0.6	1.9	2.2	1.6	2.5

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 0 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente, 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible.

**E5-2.** En la zafra 2014/15, los rendimientos promedio de los ensayos E5-2 localizados en UEPL y UEPF fueron de 9,9 y 9,3 t/ha, respectivamente, mostrando también muy buena calidad molinera y aspecto de grano. En UEPL, el máximo rendimiento fue alcanzado por la línea L9736 (10,8 t/ha), superando significativamente a INIA Tacuarí y El Paso 144 (9,7 t/ha), destacándose también L9734 y L9747. Esta última alcanzó el máximo rendimiento en UEPF, donde un numeroso grupo, en el que se encuentran L9736 y L9734, superó significativamente a INIA Tacuarí. El rendimiento de L9747 también superó al de El Paso 144, manteniendo excelente calidad en ambas localizaciones (Cuadro 2).

**B. Comportamiento en las últimas zafras.** Si bien varias líneas E5 habían mostrado un alto potencial de rendimiento, algunas de ellas habían presentado alta incidencia de yesado en 2011/12 y 2013/14. Esto debe ser relativizado respecto a INIA Tacuarí, que también presentó alto yesado en esas zafras. En el Cuadro 3 se observa la información de las variables evaluadas en los 5 años para las 18 líneas E5 más productivas y los testigos. Líneas de alta productividad como L9557, L9404 y L9389 mantuvieron un alto promedio de yesado en los 5 años (12,9 a 16,7%), frente a 7,4% de INIA Tacuarí. De todas formas, líneas como L9752, L9556 y L9576 mantienen buena productividad con buen rendimiento industrial y % de yesado similar o inferior al de INIA Tacuarí. L9747, de alto potencial de rendimiento, si bien promedió un porcentaje de yesado mayor al de INIA Tacuarí, mostró excelente calidad en 2014/15 y en las dos últimas zafras en las que fue incluida en la Red de Evaluación. En dos de los años se realizó una buena evaluación de resistencia a *Pyricularia* en cuello de panoja, promediando los testigos El Paso 144 e INIA Olimar lecturas de 9, INIA Tacuarí 8 y Parao 5,5. Algunas de las líneas mencionadas aportan mayor resistencia a este patógeno en cuello de panoja que Parao.

Cuadro 2. Evaluación Avanzada, E5-2, 2014/15. Rendimiento y calidad molinera en UEPL y UEPF y características agronómicas en UEPL, para las 12 líneas más productivas y testigos.

N° Cultivar	Rendimiento kg/ha			Flor. Días	Altura cm	Scl (1)	Rhizo. (1)	Pyri (1) hoja	B Total %		Entero %		Yesado %	
	PL	PF	Media						PL	PF	PL	PF	PL	PF
22 L 9747	10519	11323 + 10921		100 +	82	2.0	2.0 -	0.5	71.8 +	69.5	69.8 +	66.6 +	2.9	3.2 -
19 L 9736	10800 +	10417 + 10609		103 +	88	2.7	5.3	0.5	69.9 -	67.8 -	65.9	64.4 +	4.0	4.0
<b>28 Parao</b>	<b>10431</b>	<b>10667 + 10549</b>		<b>99 +</b>	<b>83</b>	<b>2.3</b>	<b>4.3 -</b>	<b>0.0</b>	<b>69.7 -</b>	<b>68.3 -</b>	<b>66.2</b>	<b>63.7</b>	<b>2.6 -</b>	<b>1.9 -</b>
18 L 9734	10697	9779 + 10238		101 +	88	2.7	6.3	0.0	69.9 -	69.1	66.3	64.2	6.1 +	3.1 -
24 L 9752	10188	10230 + 10209		99 +	89	2.3	4.3 -	0.0	71.3	69.4	69.8 +	66.5 +	1.8 -	2.2 -
23 L 9748	9891	10455 + 10173		101 +	81	3.0	6.0	0.5	69.1 -	68.2 -	62.6 -	64.0	5.7 +	2.3 -
11 L 9651	10386	9865 + 10126		97 +	80 -	2.7	4.7 -	0.5	70.2 -	68.9	63.7 -	58.1 -	4.4	5.4
<b>31 Arrayán</b>	<b>10539</b>	<b>9635 + 10087</b>		<b>97 +</b>	<b>95 +</b>	<b>2.7</b>	<b>3.7 -</b>	<b>0.0</b>	<b>69.5 -</b>	<b>68.1 -</b>	<b>64.0 -</b>	<b>64.6 +</b>	<b>1.8 -</b>	<b>3.6</b>
2 L 9610	10283	9784 + 10034		96 +	77 -	2.7	3.0 -	0.0	69.9 -	68.0 -	64.7 -	62.7	4.2	4.6
17 L 9722	9458	10549 + 10004		100 +	77 -	3.0	2.3 -	0.0	71.0	69.9	66.2	63.0	2.1 -	3.0 -
26 L 9765	10295	9682 + 9989		96 +	85	2.0	4.3 -	0.5	70.1 -	68.5 -	66.8	65.2 +	1.3 -	1.7 -
9 L 9644	10287	9541 + 9914		99 +	76 -	2.7	3.3 -	0.0	71.5	70.6 +	69.2 +	67.5 +	2.7 -	3.4
25 L 9763	10167	9505 + 9836		101 +	81	2.7	3.7 -	0.0	70.8	69.0	68.7	66.2 +	3.8	2.1 -
6 L 9620	10261	9410 + 9836		96 +	87	2.0	2.3 -	0.0	70.5	68.2 -	67.6	64.6 +	1.6 -	3.5
<b>29 El Paso 144</b>	<b>9689</b>	<b>9351 + 9520</b>		<b>100 +</b>	<b>88</b>	<b>3.7</b>	<b>4.7 -</b>	<b>6.0</b>	<b>69.8 -</b>	<b>69.4</b>	<b>67.5</b>	<b>65.6 +</b>	<b>1.6 -</b>	<b>3.6</b>
<b>32 INIA Olimar</b>	<b>9637</b>	<b>9105 9371</b>		<b>93 +</b>	<b>86</b>	<b>3.3</b>	<b>4.3 -</b>	<b>6.0</b>	<b>68.6 -</b>	<b>67.6 -</b>	<b>65.3 -</b>	<b>65.2 +</b>	<b>0.7 -</b>	<b>0.8 -</b>
<b>27 INIA Tacuarí</b>	<b>9665</b>	<b>7591 8628</b>		<b>91</b>	<b>86</b>	<b>2.7</b>	<b>7.3</b>	<b>0.5</b>	<b>71.0</b>	<b>69.3</b>	<b>67.4</b>	<b>62.7</b>	<b>3.9</b>	<b>5.1</b>
<b>Media</b>	<b>9875</b>	<b>9337 9606</b>		<b>98</b>	<b>83</b>	<b>2.5</b>	<b>4.0</b>	<b>0.5</b>	<b>70.5</b>	<b>68.8</b>	<b>66.9</b>	<b>64.4</b>	<b>2.6</b>	<b>3.0</b>
P Bloque	0.019	0.193		0.220	0.099	0.430	0.202		0.158	0.024	0.080	0.065	0.000	0.440
P Cultivar	0.007	0.000		0.000	0.000	0.043	0.012		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CV%	6.9	10.7		1.1	4.8	26.7	36.0		0.6	0.6	1.4	1.5	13.5	12.6
MDS 0.05	1117	1635		1.8	6.4	1.1	2.3		0.7	0.7	1.6	1.6	1.3	1.3

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 0 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente, 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible.

Cuadro 3. Evaluación Avanzada, E5-1 y E5-2. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas (5 años) en Paso de la Laguna, para las 18 líneas experimentales E5 de mayor rendimiento y testigos.

Ensayo N°	Cultivar	Rend.		Flor. Días	Altura cm	Scl (1)	Rhizo. (1)	Pyri (1)		B Tot.	Entero	Yesa.	Álcali	Amilo
		kg/ha	%Tcrí					hoja	pan					
E5-1	22 L 9557	10945	125	100	74	4.0	2.5	0.6	6.0	69.5	63.0	16.7	5.3	18.1
E5-2	<b>22 L 9747</b>	<b>10860</b>	<b>124</b>	<b>102</b>	<b>82</b>	<b>3.2</b>	<b>1.8</b>	<b>1.1</b>	<b>3.0</b>	<b>71.0</b>	<b>67.2</b>	<b>10.9</b>	<b>5.1</b>	<b>20.7</b>
E5-1	5 L 9404	10751	122	101	78	3.7	1.9	0.5	5.0	69.7	61.1	13.3	5.0	18.6
E5-2	2 L 9610	10697	122	98	80	3.9	2.0	0.9	2.5	68.2	59.6	11.4	5.0	18.6
E5-1	7 L 9389	10568	120	102	78	3.8	1.3	1.4	3.0	68.5	59.7	12.9	5.2	18.3
E5-1	<b>23 L 9556</b>	<b>10515</b>	<b>120</b>	<b>99</b>	<b>76</b>	<b>3.9</b>	<b>2.3</b>	<b>0.9</b>	<b>6.0</b>	<b>69.6</b>	<b>61.1</b>	<b>6.3</b>	<b>5.1</b>	<b>18.4</b>
E5-1	11 L 9325	10510	120	101	82	3.7	1.4	0.8	2.0	70.1	61.1	12.5	5.0	18.5
E5-1	6 L 9395	10507	120	101	81	4.1	2.5	1.3	0.5	70.5	64.9	11.0	5.1	17.6
E5-2	24 L 9752	10477	119	102	82	3.6	2.9	0.1	2.0	71.3	67.8	7.4	5.1	20.4
E5-2	4 L 9617	10462	119	100	85	3.7	1.4	1.3	3.5	69.3	63.4	8.6	5.0	19.9
E5-2	1 L 9606	10357	118	99	85	3.5	3.6	1.0	1.5	69.0	61.8	10.1	5.0	18.7
E5-2	6 L 9620	10338	118	100	87	3.5	1.3	0.9	2.5	69.5	64.1	8.6	5.1	19.5
E5-2	13 L 9656	10305	117	103	81	4.5	2.8	2.6	1.5	69.4	62.5	7.9	5.1	19.6
E5-1	26 L 9576	10298	117	103	86	4.0	2.6	0.9	2.5	68.9	64.2	4.8	5.4	19.3
	<b>INIA Olimar</b>	<b>10220</b>	<b>116</b>	<b>100</b>	<b>85</b>	<b>4.7</b>	<b>2.7</b>	<b>7.0</b>	<b>9.0</b>	<b>68.1</b>	<b>63.3</b>	<b>2.7</b>	<b>6.5</b>	<b>18.3</b>
E5-1	16 L 9430	10210	116	101	83	4.0	2.7	0.6	4.0	70.9	65.2	6.1	5.0	20.5
	<b>Parao</b>	<b>10199</b>	<b>116</b>	<b>101</b>	<b>78</b>	<b>3.9</b>	<b>2.8</b>	<b>1.4</b>	<b>5.5</b>	<b>69.0</b>	<b>63.3</b>	<b>7.4</b>	<b>5.0</b>	<b>18.9</b>
E5-1	2 L 9262	10131	115	100	84	4.5	3.0	1.6	6.0	69.9	62.3	4.8	5.0	18.3
E5-2	16 L 9717	10056	114	108	77	3.8	2.3	1.5	0.0	71.7	66.7	4.4	5.1	18.6
E5-1	28 L 9595	10051	114	102	75	3.9	2.4	1.0	6.0	71.2	65.1	2.6	5.0	18.2
	<b>El Paso 144</b>	<b>9076</b>	<b>103</b>	<b>103</b>	<b>88</b>	<b>5.2</b>	<b>2.0</b>	<b>6.8</b>	<b>9.0</b>	<b>68.8</b>	<b>63.6</b>	<b>4.3</b>	<b>6.3</b>	<b>18.7</b>
E5-2	<b>31 Arrayán</b>	<b>8945</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>91</b>	<b>3.8</b>	<b>1.9</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>68.2</b>	<b>59.9</b>	<b>6.2</b>	<b>6.2</b>	<b>19.0</b>
	<b>INIA Tacuarí</b>	<b>8784</b>	<b>100</b>	<b>94</b>	<b>85</b>	<b>5.1</b>	<b>4.5</b>	<b>2.0</b>	<b>8.0</b>	<b>70.4</b>	<b>63.9</b>	<b>7.6</b>	<b>5.0</b>	<b>19.1</b>

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 0 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente, 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible.

## CONCLUSIONES

En base a la información generada, se coordinará con la Unidad Técnica de Semillas para continuar o iniciar la purificación y multiplicación de algunas líneas E5, como L9576, L9752 y L9747, que mejoran la resistencia a Brusone en cuello de panoja respecto a Parao, con rendimientos similares a 8% superiores a esta variedad.

## EVALUACIÓN DE CULTIVARES CLEARFIELD®

P. Blanco<sup>1</sup>, F. Molina<sup>2</sup>, S. Martínez<sup>3</sup>, W. Silvera<sup>4</sup>, J. Vargas<sup>4</sup>, M. Villalba<sup>4</sup>

**PALABRAS CLAVE:** mejoramiento genético, arroz, resistencia a imidazolinonas

### INTRODUCCIÓN

El programa de mejoramiento genético de arroz de INIA ha trabajado en el desarrollo de cultivares Clearfield® (CL) en el marco de un acuerdo de investigación con BASF, utilizando la fuente de resistencia a imidazolinonas PWC-16, desarrollada por Louisiana State University (LSU). A partir de esta fuente se han desarrollado diversas variedades e híbridos, como CL161, XL8, Avaxi CL e Inov CL. Las poblaciones introducidas de LSU han sido utilizadas en nuestro programa en cruzamientos con cultivares locales para transferir la resistencia. Los primeros cultivares CL desarrollados por el programa, con esta fuente de resistencia, fueron de tipo indica, y dos de ellos, CL244 y CL212, se encuentran en validación, en convenio con el sector arrocero, habiéndose cultivado 989 y 2907 ha, respectivamente, en 2014/15. Paralelamente, se está trabajando con la fuente de resistencia desarrollada por INTA, de la cual esta institución liberó las variedades Puitá INTA CL y Gurí INTA CL. Si bien en 2014/15 estuvieron en evaluación cultivares desarrollados localmente en los últimos años, el trabajo actual está enfocado en la introducción de resistencia a Brusone en CL244 y en el desarrollo de versiones Clearfield de Parao e INIA Olimar.

En la zafra 2014/15, en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL), se evaluaron 209 líneas experimentales CL del programa, de las cuales 44 se encontraban en evaluación avanzada en los ensayos E4-1CL y E3-1CL, cumpliendo su cuarto y tercer año de evaluación, respectivamente. La totalidad de las 44 líneas avanzadas es de calidad americana (japónica tropical), provenientes de cruzamientos entre la variedad introducida CL161 y cultivares locales. En la zafra también ingresaron a evaluación preliminar 165 líneas (ensayos E1-1CL a E1-3CL), de las cuales 77 son japónica tropical y 88 indica. Entre estas últimas se encuentran las primeras 29 líneas que ingresan a evaluación con la fuente de resistencia de INTA. En este artículo sólo se presenta información de las 21 líneas experimentales E4, correspondiente a la zafra y a 4 años de evaluación. Estas líneas han sido seleccionadas en un grupo de 180 que ingresó a evaluación preliminar en 2011/12.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos E4-1CL y E3-1CL fueron localizados en UEPL, Treinta y Tres, realizándose la siembra el 8/10/14. Por su parte, los ensayos E1 fueron sembrados el 27/10/14. Las parcelas fueron de 6 hileras de 3,4 m a 0,20 de separación, y la densidad de siembra fue de 165 kg/ha de semilla, corregidos por germinación, excepto para el testigo Inov CL (50 kg/ha). Junto a las líneas experimentales se incluyeron como testigo a las variedades Puitá INTA CL y CFX18, así como al híbrido Inov CL (RiceTec), los cultivares en validación CL212 y CL244 y las líneas CL707 y CL394. La fertilización basal fue realizada al voleo e incorporada con disquera, aplicándose 14,4 kg/ha de N, 37 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 45 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Los ensayos recibieron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 60 y 27,6 kg/ha de N, respectivamente. El control de malezas fue realizado con una aplicación de Kifix + Plurafac (0,21 kg/ha + 0,2 l/ha).

En los ensayos E4 y E3 el diseño fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones. En los cuadros se incluye información de los análisis de varianza, indicándose si existieron diferencias significativas para cultivares o repeticiones, a través del nivel de probabilidad (diferencias significativas: 0,05 > P > 0,01; muy significativas: P < 0,01). También se incluyen el Coeficiente de Variación (CV%) y la Mínima Diferencia Significativa (MDS P < 0,05). Los signos de "+" y "-" indican diferencias significativas de cada cultivar con el testigo Puitá INTA CL, en la respectiva columna de medias. Se evaluó rendimiento, calidad industrial, características agronómicas e incidencia de enfermedades al final del ciclo. Esta última evaluación, al igual que la de *Pyricularia*, se realiza por el Sistema de Evaluación Estándar, con escala de 0 a 9. La

<sup>1</sup> Ing. Agr., M. Sc., INIA. Programa Arroz, [pblanco@inia.org.uy](mailto:pblanco@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr., INIA. Programa Arroz, [fmolina@inia.org.uy](mailto:fmolina@inia.org.uy)

<sup>3</sup> Ing. Agr., Dr., INIA. Programa Arroz, [smartinez@inia.org.uy](mailto:smartinez@inia.org.uy)

<sup>4</sup> Asistente de Investigación / Asistente de Laboratorio, INIA. Programa Arroz.

evaluación de resistencia a *Pyricularia* se realizó en vivero con inoculación artificial, disponiéndose de información de resistencia en hoja y en uno de los años en cuello de panoja.

## RESULTADOS

**A. Zafra 2014/15.** En el cuadro 1 se incluye la información del ensayo E4-1, cuyo rendimiento promedio fue de 10,3 t/ha en la zafra pasada. El híbrido Inov CL fue el cultivar de mayor rendimiento, 13,3 t/ha, superando significativamente a los demás cultivares evaluados. Las líneas CL951, CL856 y CL790, así como la línea indica CL394, tuvieron rendimientos significativamente superiores a Puitá INTA CL. Las tres primeras presentan resistencia a *Pyricularia* en hoja y buen rendimiento industrial, destacándose CL856, con un % de grano entero de 68% y buen aspecto de grano. CL926 y CL871 también mostraron buen rendimiento y tipo de planta, así como excelente calidad de grano. En general, las líneas experimentales tuvieron ciclos más largos que los testigos de tipo indica (Inov CL, CL212, CL244 y Puitá INTA CL) y plantas vigorosas, con altura de plantas entre 80 y 90 cm.

Cuadro 1. Evaluación Avanzada, E4-1CL, UEPL, 2014/15. Rendimiento, calidad molinera y características agronómicas.

N° Cultivar	Rend kg/ha	Flor. Días	Altura cm	Sclerot. r (1)	Rhizo. r (1)	Pyri (1) hoja	B Total %	Entero %	Yesado %
<b>24 Inov CL</b>	<b>13262 +</b>	<b>108</b>	<b>88</b>	<b>2.0</b>	<b>2.7</b>	<b>5</b>	<b>70.2 +</b>	<b>63.9</b>	<b>2.1 +</b>
7 CL 951	11418 +	110 +	89	2.3	3.7	1	70.2 +	64.2	6.4 +
9 CL 856	11045 +	113 +	85	3.3	3.3	0	71.5 +	68.0 +	3.1 +
1 CL 790	10923 +	107	91	2.7	4.0	0	70.0 +	65.7 +	7.8 +
<b>25 CL 394</b>	<b>10737 +</b>	<b>112 +</b>	<b>91</b>	<b>2.7</b>	<b>3.0</b>	<b>6</b>	<b>70.0 +</b>	<b>66.5 +</b>	<b>2.4 +</b>
17 CL 926	10470	109	77 -	3.0	2.7	0	71.2 +	69.2 +	1.9 +
<b>21 CL 212</b>	<b>10441</b>	<b>106</b>	<b>87</b>	<b>3.3</b>	<b>3.0</b>	<b>1</b>	<b>68.0 -</b>	<b>63.0</b>	<b>3.2 +</b>
5 CL 930	10296	112 +	82	2.3	4.3	1	70.8 +	66.2 +	4.2 +
11 CL 871	10241	114 +	84	4.0	2.0	0	71.8 +	69.4 +	2.8 +
10 CL 860	10190	110 +	75 -	3.0	3.0	1	70.6 +	65.5 +	1.2
3 CL 827	10163	110 +	85	2.7	2.7	1	70.9 +	67.6 +	2.6 +
6 CL 933	10049	110 +	80 -	2.0	3.0	0	70.7 +	64.0	4.9 +
15 CL 924	10017	109	83	3.3	3.3	0	71.2 +	68.9 +	3.3 +
4 CL 828	9999	108	88	2.3	4.7	1	71.8 +	67.4 +	6.7 +
<b>18 CL 707</b>	<b>9982</b>	<b>104 -</b>	<b>78 -</b>	<b>2.7</b>	<b>3.0</b>	<b>2</b>	<b>71.4 +</b>	<b>68.9 +</b>	<b>2.3 +</b>
<b>20 CL 244</b>	<b>9964</b>	<b>106</b>	<b>87</b>	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>	<b>6</b>	<b>68.5 -</b>	<b>64.0</b>	<b>0.8</b>
12 CL 904	9703	114 +	93	2.0	3.0	0	71.1 +	68.3 +	3.6 +
16 CL 925	9676	113 +	78 -	2.0	2.3	0	70.8 +	69.3 +	1.5 +
13 CL 916	9653	110 +	90	2.3	3.7	0	69.2	62.6	2.9 +
14 CL 919	9646	108	82	2.7	2.7	0	70.5 +	68.1 +	0.8
<b>22 Puitá INTA CL</b>	<b>9644</b>	<b>107</b>	<b>88</b>	<b>2.3</b>	<b>4.0</b>	<b>6</b>	<b>69.3</b>	<b>63.1</b>	<b>0.5</b>
8 CL 952	9616	117 +	88	3.7	3.0	0	70.4 +	65.9 +	4.2 +
2 CL 826	9602	111 +	80 -	3.0	2.7	0	71.3 +	68.4 +	4.0 +
<b>19 CFX-18</b>	<b>9517</b>	<b>110 +</b>	<b>86</b>	<b>4.0</b>	<b>3.7</b>	<b>1</b>	<b>72.8 +</b>	<b>70.3 +</b>	<b>3.4 +</b>
<b>Media</b>	<b>10343</b>	<b>110</b>	<b>85</b>	<b>2.7</b>	<b>3.2</b>	<b>1.5</b>	<b>70.6</b>	<b>66.6</b>	<b>3.1</b>
<b>P Bloque</b>	0.157	0.013	0.714	0.492	0.437		0.000	0.009	0.000
<b>P Cultivar</b>	0.000	0.000	0.000	0.236	0.913		0.000	0.000	0.000
<b>CV%</b>	5.4	1.3	5.4	34.7	47.8		0.5	1.6	12.7
<b>MDS 0.05</b>	884	2.3	7.5	1.5	2.5		0.5	1.7	1.4

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 0 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente, 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible.

**B. Comportamiento en las últimas zafras.** El mayor rendimiento en los cuatro años fue alcanzado por el híbrido Inov CL, con 11,2 t/ha (Cuadro 2). Varias líneas E3 tuvieron rendimientos 10 a 22% superiores al de Puitá INTA CL, algunas de ellas con buena resistencia a *Pyricularia* en hoja y cuello de panoja, pero su mayor debilidad fue su alta incidencia de yesado, defecto que ha sido la mayor causa de descarte desde su ingreso a evaluación. Es razonable relativizar los promedios de yesado con el observado en el testigo CFX-18, que dio origen a la variedad de EEUU CL161. CFX-18 presentó, históricamente, excelente calidad molinera y bajo yesado, pero en la zafra 2013/14 tuvo una muy alta incidencia del defecto. Entre las líneas que mostraron menor promedio de yesado, similar al de CFX-18, se puede destacar a CL860 y CL933, que también presentaron buena resistencia a *Pyricularia* en hoja y

cuello de panoja, con rendimientos 11 a 14% superiores a Puitá INTA CL. Algunas líneas también tuvieron excelentes promedios de grano entero, alcanzando 66-68%.

Cuadro 2. Evaluación Avanzada, E4-1CL. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas (4 años) en UEPL para las líneas experimentales y testigos. Se excluyen CL212 y CL394, por haberse evaluado en sólo dos años de la serie.

N° Cultivar	Rendimiento		Cflor días	Altura cm	Sclerot. Rhizo.		Pyri (1)		B.Tot Entero		Yesa. %	Alcali
	kg/ha	%Puitá			(1)	(1)	hoja	pan	%	%		
<b>24 Inov CL</b>	<b>11153</b>	<b>135</b>	<b>97</b>	<b>89</b>	<b>4.6</b>	<b>2.3</b>	<b>4.3</b>	<b>6</b>	<b>69.9</b>	<b>59.3</b>	<b>7.3</b>	<b>6.5</b>
7 CL 951	10041	122	98	85	3.7	2.9	1.2	0	69.8	61.3	14.9	5.9
9 CL 856	9753	118	101	82	4.4	3.6	1.2	3	71.3	64.8	11.0	5.3
13 CL 916	9731	118	98	88	3.8	2.6	1.0	7	69.3	60.8	11.1	5.4
1 CL 790	9659	117	98	88	3.9	3.3	1.3	0	70.2	64.4	16.7	5.3
15 CL 924	9425	114	98	84	3.8	3.1	0.3	1	72.0	68.1	10.0	5.6
17 CL 926	9413	114	98	78	4.1	3.6	0.3	1	71.1	66.8	10.3	5.2
10 CL 860	9399	114	99	76	4.3	3.3	1.7	0	70.8	62.7	7.6	5.0
11 CL 871	9359	114	102	82	4.1	2.5	1.0	1	71.8	66.3	10.1	5.0
5 CL 930	9196	112	100	80	4.2	3.6	0.7	0	70.6	65.2	9.7	6.0
6 CL 933	9170	111	99	81	3.3	3.0	0.0	0	70.6	62.7	8.8	5.1
4 CL 828	8919	108	97	82	3.8	3.4	1.7	0	71.4	65.3	13.5	5.3
16 CL 925	8898	108	103	77	3.4	3.3	0.3	0	71.4	67.5	8.5	5.7
14 CL 919	8897	108	99	80	3.9	3.0	0.3	0	70.8	66.4	6.4	5.5
<b>18 CL 707</b>	<b>8865</b>	<b>108</b>	<b>96</b>	<b>78</b>	<b>3.8</b>	<b>3.1</b>	<b>2.1</b>	<b>6</b>	<b>70.7</b>	<b>65.1</b>	<b>9.7</b>	<b>5.0</b>
8 CL 952	8735	106	108	85	4.1	2.9	0.7	0	70.8	62.2	9.5	5.8
3 CL 827	8720	106	98	83	4.1	3.2	2.2	0	71.1	66.9	7.4	5.1
2 CL 826	8713	106	99	82	4.2	2.3	1.5	3	71.1	66.0	9.8	5.5
<b>20 CL 244</b>	<b>8662</b>	<b>105</b>	<b>96</b>	<b>87</b>	<b>5.2</b>	<b>2.6</b>	<b>6.0</b>	<b>7</b>	<b>68.2</b>	<b>61.1</b>	<b>4.0</b>	<b>6.5</b>
12 CL 904	8478	103	106	89	2.8	2.4	0.0	0	71.4	66.9	5.9	5.8
<b>22 Puita INTA CL</b>	<b>8239</b>	<b>100</b>	<b>99</b>	<b>85</b>	<b>4.7</b>	<b>3.1</b>	<b>4.8</b>	<b>9</b>	<b>69.1</b>	<b>63.9</b>	<b>2.9</b>	<b>6.5</b>
<b>19 CFX-18</b>	<b>7732</b>	<b>94</b>	<b>99</b>	<b>81</b>	<b>4.5</b>	<b>3.3</b>	<b>1.3</b>	<b>0.5</b>	<b>72.5</b>	<b>68.8</b>	<b>7.5</b>	<b>5.7</b>
	<b>9251</b>		<b>100</b>	<b>84</b>	<b>4.0</b>	<b>3.0</b>	<b>1.9</b>	<b>2.6</b>	<b>70.5</b>	<b>64.5</b>	<b>8.8</b>	<b>5.6</b>

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 0 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente, 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible.

## CONCLUSIONES

Es importante evaluar los mejores cultivares E4 fuera de la UEPL, para tener una mejor valoración de la incidencia de yesado, que ha sido inestable en el campo experimental. Además de localizar ensayos en la zona Norte, se promoverá la realización de fajas en predios de productores. En este sentido se dispone de una primera multiplicación de semilla de CL933 y se iniciará la purificación de otros cultivares, como CL 860. Cabe mencionar que CL933 fue incluida en un ensayo para evaluar resistencia a imidazolinonas en 2014/15, junto a CL212 y CL244. En este ensayo, con parcelas grandes, y dosis de herbicida hasta 4 veces mayor a la recomendada, alcanzó un rendimiento promedio de 10,9 t/ha, igual al de CL244 y 12% mayor al de CL212.

## BIBLIOGRAFÍA

**BLANCO, P.; MOLINA, F.; CARRACELAS, G.; MARTÍNEZ, S.; SILVERA, W.** 2014. Evaluación de cultivares Clearfield. In: Arroz-Soja, Resultados Experimentales 2013-14, INIA Treinta y Tres. p. 6:21-23. Serie Actividades de Difusión 735.

**BLANCO, P.; PÉREZ DE VIDA, F.; MOLINA, F.** 2007. Development of Clearfield rice in Uruguay. In: 4<sup>th</sup> International Temperate Rice Conference. Novara, Italy. Proceedings. Bocchi S., Ferrero A., Porro A., editors. p. 256-257.

## EVALUACIÓN DE CRUZAMIENTOS PRUEBA DE HIAAL PARA EL CONO SUR

P. Blanco<sup>1</sup>, F. Pérez de Vida<sup>2</sup>, F. Molina<sup>3</sup>, W. Silvera<sup>4</sup>, J. Vargas<sup>4</sup>

**PALABRAS CLAVE:** arroz, mejoramiento genético, híbridos

### INTRODUCCIÓN

El área cultivada con híbridos de arroz ha mostrado un importante crecimiento en países de Asia, EEUU y nuestra región. INIA ha desarrollado mecanismos de cooperación con RiceTec, empresa líder en desarrollo de híbridos para condiciones de cultivo extensivo, suministrando germoplasma para evaluación en combinaciones híbridas. El híbrido Inov CL, cultivado en aproximadamente 100.000 ha en la región es un exitoso ejemplo de esta cooperación. Paralelamente, en 2012 se formó el Consorcio Híbridos de Arroz para América Latina (HIAAL), con la finalidad de realizar desarrollo cooperativo de híbridos, e INIA se integró al mismo. HIAAL cuenta con el liderazgo técnico del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), la coordinación de FLAR y la participación de instituciones regionales. El consorcio realiza mejoramiento de líneas androestériles y restauradoras, y desarrollo de híbridos. A través de estas actividades, se recibe semilla de híbridos avanzados y preliminares para ser evaluados localmente. Algunos de los híbridos evaluados en tres primeros años han mostrado buena calidad de grano, pero su rendimiento no ha sido consistente y sus ciclos son en general largos. Como forma de intentar levantar esta restricción, INIA e IRGA suministraron a HIAAL germoplasma adaptado a la región para realizar cruzamientos prueba con las líneas androestériles del consorcio.

Como resultado de este trabajo, HIAAL desarrolló 902 nuevos híbridos experimentales, que fueron introducidos y evaluados en 2014/15 en Uruguay y Brasil. Además de estos híbridos, se evaluaron 9 híbridos avanzados, seleccionados en el ensayo preliminar de la zafra anterior (ensayo SelVIOHIAAL), y 31 nuevos híbridos (ensayo preliminar VIOHIAAL 2014). En el presente resumen se incluye información sobre los híbridos obtenidos con los cruzamientos prueba con progenitores regionales.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de cruzamientos prueba fue sembrado el 28/10/14 en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL), Treinta y Tres. Se utilizaron parcelas de 3 hileras de 3,5 m de longitud a 0,2 m de separación, con un diseño de Bloques Aumentados de Federer (BAF). Se dispusieron 24 bloques con 43 o 42 parcelas, repitiéndose 5 testigos en cada bloque: Inov CL, INIA Olimar, El Paso 144, Parao e INIA Tacuarí (24 x 5 = 120 parcelas de testigos), distribuyéndose los híbridos al azar en las restantes parcelas de cada bloque. La densidad de siembra fue de 48 kg/ha para los híbridos y 150 kg/ha para las variedades. La fertilización basal fue realizada al voleo e incorporada con disquera, aplicándose 14,4 kg/ha de N, 37 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 45 kg/ha de K<sub>2</sub>O. El ensayo recibió dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 60 y 27,6 kg/ha de N, respectivamente. El control de malezas se realizó con una aplicación post emergente de propanil + quinclorac + clomazone + pirazosulfuron (2,5 + 1,7 + 0,8 l/ha + 60 g/ha).

Se determinó rendimiento, ciclo, altura de planta a cosecha y calidad molinera, para lo cual se utilizó un analizador de imágenes S-21. Al momento se ha realizado el análisis BAF sólo para rendimiento, disponiéndose de los valores observados y estimados por el modelo. Para las demás variables deberá realizarse el análisis, por lo que se presentan los valores observados.

### RESULTADOS

En base a las observaciones de campo, se cosecharon 602 de los 902 híbridos (descartándose los más estériles o con ciclos muy largos). También se cosecharon las 120 parcelas de los testigos. La cosecha se realizó manualmente en un periodo de 14 días, por lo que resultó tardía para gran parte de los materiales. En la Figura 1 puede verse la dispersión de rendimientos estimados obtenida en para 602 híbridos cosechados y el promedio de los testigos. El rendimiento estimado de los híbridos varió entre

<sup>1</sup> Ing. Agr., M. Sc., INIA, Programa Arroz, [pblanco@inia.org.uy](mailto:pblanco@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr., M. Sc., Ph. D., INIA. Programa Arroz, [fperez@inia.org.uy](mailto:fperez@inia.org.uy)

<sup>3</sup> Ing. Agr., INIA, Programa Arroz, [fmolina@inia.org.uy](mailto:fmolina@inia.org.uy)

<sup>4</sup> Asistente de Investigación, INIA, Programa Arroz

1,7 y 15,1 t/ha. El máximo rendimiento de los testigos fue alcanzado por el híbrido Inov CL (11,3 t/ha), seguido por INIA Olimar (10,6 t/ha), El Paso 144 y Parao (8,9 t/ha) e INIA Tacuarí (8,1 t/ha). En el ranking de rendimiento estimado, 65 híbridos estuvieron por encima de Inov CL y 3 de ellos lo superaron significativamente, con 15 t/ha y ventajas de 33-34%. Un total de 320 híbridos no difirieron significativamente de Inov CL, mientras que 279 tuvieron rendimientos significativamente inferiores. Entre los híbridos de mayor rendimiento, 31 fueron significativamente superiores a El Paso 144 y Parao. En los 220 híbridos de mayor rendimiento (8,9 a 15 t/ha) y en los testigos se determinó calidad molinera.

En base a lo observado en los testigos, la calidad molinera se vio algo afectada por la cosecha tardía, especialmente en Inov CL, que tuvo 54% de grano entero, mientras que en los ensayos VIOHIAL y SelVIOHIAL, cosechados oportunamente, su entero fue de 61-63%. Si bien los porcentajes de entero de El Paso 144, Parao e INIA Tacuarí son inferiores a los presentados en otros ensayos cosechados previamente, se mantuvieron entre 60,9 y 63,8% (Cuadro 1).

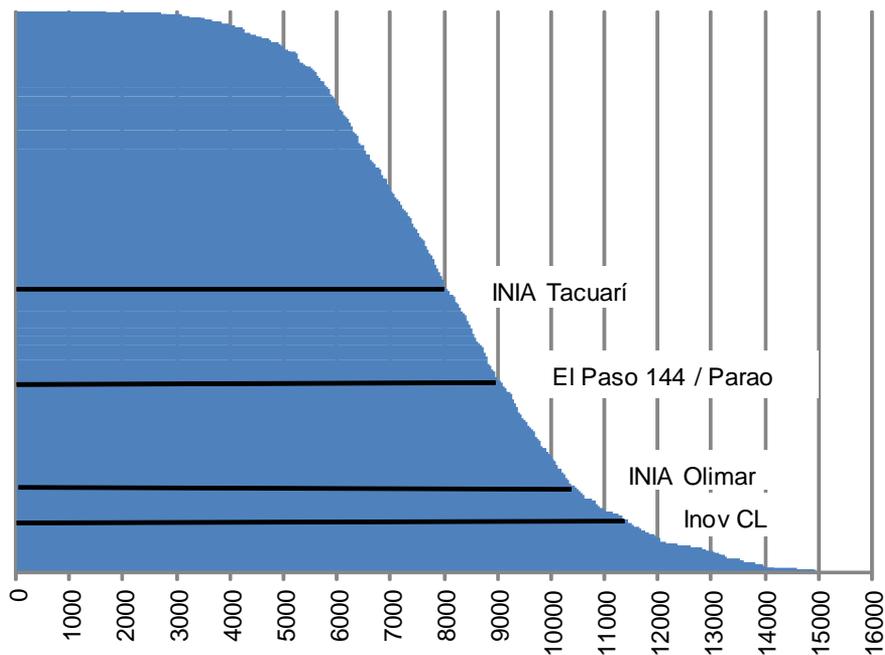


Figura 1. Cruzamientos Prueba de HIAAL, UEPL, 2014/15. Rendimientos (kg/ha) de los 602 híbridos cosechados y promedios de los 5 testigos.

En el Cuadro 1 se observan los datos de los 84 híbridos de mayor rendimiento, ubicados por encima de INIA Olimar en el ranking, y los promedios de los testigos. Los híbridos 324, 371 y 267, que alcanzaron 15 t/ha, superando significativamente a Inov CL, tuvieron ciclos similares o más cortos que El Paso 144, y los dos primeros mostraron buena calidad, especialmente 371. Otros híbridos con rendimientos superiores a El Paso 144 y ventajas de 10 a 30% sobre Inov CL, combinando buena calidad molinera, fueron el 325, 246, 368 y 471. Un numeroso grupo de híbridos, con rendimientos similares a 9% superiores a Inov CL, mostró mejor calidad que el híbrido comercial.

La información obtenida también permite identificar progenitores con buena habilidad combinatoria con las líneas androestériles de HIAAL. Si bien varios progenitores japónica tropical resultaron restauradores de la fertilidad, los híbridos obtenidos con ellos tuvieron una productividad media a baja. Entre los 31 híbridos de mayor rendimiento, 81% fueron desarrollados utilizando progenitores de INIA de tipo indica, tanto de selección en poblaciones FLAR como de selección local.

Cuadro 1. Cruzamientos Prueba de HIAAL, UEPL, 2014/15. Rendimiento estimado (modelo BAF), ciclo, altura y calidad molinera (valores observados) de los 81 híbridos más productivos (por encima de INIA Olimar en el ranking) y promedio de los testigos en 24 bloques.

Cultivar	Rendimiento		Com. Flor. días	Altura cm	Blanco tot.		Entero %	Yesa. %	Cultivar	Rendimiento		Com. Flor. días	Altura cm	Blanco tot.		Entero %	Yesa. %
	kg/ha	% Inov			%	%				kg/ha	% Inov			%	%		
324	15,089	134	106	97	70.9	57.6	6.9	864	11,783	105	102	98	70.8	43.4	16.8		
267	14,955	133	98	95	69.4	40.7	5.3	540	11,771	105	105	97	69.2	44.6	8.2		
371	14,937	133	109	88	70.6	60.3	1.7	225	11,710	104	102	88	68.8	40.0	12.9		
325	14,595	130	107	100	70.5	59.1	4.7	339	11,692	104	102	90	67.8	37.2	10.2		
715	14,170	126	113	86	67.8	45.4	6.2	642	11,675	104	100	95	68.7	47.9	9.0		
625	14,003	124	105	88	70.4	43.3	2.9	276	11,647	104	107	88	70.3	48.6	6.5		
491	13,961	124	107	83	70.0	52.7	9.2	680	11,545	103	105	88	70.4	50.5	16.2		
245	13,947	124	108	90	69.9	49.2	9.7	294	11,542	103	100	95	69.7	57.2	2.2		
472	13,915	124	101	90	69.3	29.2	5.3	701	11,542	103	105	94	68.9	34.4	11.2		
9	13,836	123	107	87	70.2	36.4	11.1	128	11,519	102	108	91	70.8	61.7	5.5		
246	13,606	121	105	83	70.5	61.9	3.3	468	11,505	102	99	88	70.0	42.6	6.9		
257	13,603	121	105	94	70.6	56.1	7.2	247	11,453	102	105	87	69.4	43.0	22.2		
470	13,590	121	101	85	70.6	54.1	8.6	258	11,451	102	107	95	70.1	60.0	4.4		
264	13,539	120	102	95	69.7	44.0	5.6	334	11,450	102	105	90	70.0	57.7	3.2		
81	13,290	118	106	89	69.8	39.8	7.3	328	11,383	101	109	94	71.1	62.7	1.4		
97	13,274	118	105	87	69.2	53.1	10.3	306	11,355	101	107	94	69.7	59.9	4.4		
763	13,266	118	99	100	69.9	50.8	6.7	33	11,347	101	107	90	69.8	60.6	6.0		
266	13,238	118	107	86	69.6	47.5	4.9	162	11,335	101		83	70.0	47.3	6.7		
227	13,175	117	106	90	69.7	55.0	6.2	347	11,316	101	106	92	71.6	63.8	1.3		
658	13,150	117	104	95	70.4	53.2	11.3	<b>Inov CL</b>	<b>11249</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>89</b>	<b>70.0</b>	<b>54.2</b>	<b>6.4</b>		
401	13,068	116	100	84	69.3	43.3	13.6	110	11,215	100	105	86	69.8	54.4	8.5		
291	13,057	116	99	89	68.3	31.2	5.8	547	11,168	99	104	97	69.3	56.9	2.8		
290	12,966	115	106	80	69.8	52.9	7.5	659	11,142	99	106	80	70.2	55.8	7.4		
492	12,909	115	101	100	69.4	48.9	7.6	370	11,003	98	102	85	68.8	50.0	6.8		
368	12,883	115	104	86	70.3	60.6	2.3	493	11,003	98	104	95	70.6	63.1	4.1		
362	12,844	114	101	84	68.6	41.1	6.0	764	10,973	98	100	90	68.2	34.5	5.0		
536	12,616	112	100	95	69.6	36.6	14.0	622	10,910	97	118	92	68.4	55.7	11.0		
377	12,615	112	105	94	70.8	54.7	5.7	412	10,905	97	100	87	69.7	43.0	15.0		
541	12,605	112	105	80	69.8	54.6	2.5	499	10,897	97	107	73	68.9	57.8	3.3		
5	12,439	111	114	99	69.2	59.5	8.7	224	10,882	97	106	84	69.1	57.9	8.9		
471	12,358	110	105	77	71.1	59.1	4.2	77	10,857	97	106	90	69.3	48.4	12.6		
404	12,297	109	107	83	70.0	59.9	3.7	230	10,857	97	105	86	71.3	58.4	3.3		
273	12,154	108	105	96	69.1	44.7	18.1	398	10,845	96	105	90	70.9	60.2	3.2		
643	12,152	108	104	92	70.3	59.1	2.8	382	10,843	96	104	102	70.8	56.3	4.3		
490	12,063	107	105	89	69.1	46.4	2.8	29	10,806	96	109	86	68.3	51.8	13.1		
268	12,060	107	102	91	70.4	61.1	1.8	263	10,765	96	98	85	69.3	33.4	13.9		
409	12,043	107	99	97	68.9	41.1	8.8	534	10,748	96	101	94	70.0	49.6	22.1		
640	12,022	107	107	97	70.9	60.8	3.1	896	10,616	94	99	95	70.4	39.8	2.0		
379	11,982	107	107	82	70.9	54.8	4.5	539	10,593	94	104	92	70.3	50.7	7.9		
282	11,963	106	105	94	68.7	50.2	9.6	<b>INIA Olimar</b>	<b>10574</b>	<b>94</b>	<b>99</b>	<b>89</b>	<b>68.3</b>	<b>59.0</b>	<b>3.1</b>		
440	11,930	106	100	80	69.5	45.3	21.6	<b>El Paso 144</b>	<b>8908</b>	<b>79</b>	<b>107</b>	<b>91</b>	<b>69.2</b>	<b>60.9</b>	<b>5.3</b>		
82	11,919	106	107	86	71.2	53.2	1.8	<b>Parao</b>	<b>8902</b>	<b>79</b>	<b>104</b>	<b>83</b>	<b>69.6</b>	<b>63.8</b>	<b>7.0</b>		
363	11,827	105	105	99	71.0	56.4	2.6	<b>INIA Tacuari</b>	<b>8057</b>	<b>72</b>	<b>98</b>	<b>91</b>	<b>70.8</b>	<b>62.5</b>	<b>4.1</b>		

## CONCLUSIONES

Si bien la evaluación realizada es preliminar, los resultados obtenidos con la utilización de progenitores masculinos regionales son alentadores, identificándose combinaciones híbridas con alto potencial de rendimiento, buena calidad y ciclo adecuado a nuestras condiciones. Para aquellos híbridos seleccionados, en base a la información de Uruguay y Brasil, deberá multiplicarse semilla contra estación en HIAAL, de manera de realizar una evaluación más detallada en las próximas zafras.

**AGRADECIMIENTOS:** A la Dra. Lucía Gutiérrez (F. de Agronomía, hasta 31/7/15) y al Dr. Edgar Torres (CIAT, hasta 30/6/15), por su colaboración en el diseño y análisis del ensayo.

## BIBLIOGRAFÍA

**BLANCO, P.; MOLINA, F.; PÉREZ, F.; CARRACELAS, G.; SILVERA, W. 2013.** Evaluación de híbridos del consorcio HIAAL. In: Arroz-Soja, Resultados Experimentales 2012-13, INIA Treinta y Tres. p. 6:19-21, Serie Actividades de Difusión 713.

**BLANCO, P.; MOLINA, F.; CARRACELAS, G.; SILVERA, W. 2014.** Evaluación de híbridos del consorcio HIAAL. In: Arroz-Soja, Resultados Experimentales 2013-14, INIA Treinta y Tres. p. 6:18-20, Serie Actividades de Difusión 735.

## EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DEL CONSORCIO HIAAL

P. Blanco<sup>1</sup>, F. Molina<sup>2</sup>, W. Silvera<sup>3</sup>, J. Vargas<sup>3</sup>

**PALABRAS CLAVE:** arroz, mejoramiento genético, híbridos

### INTRODUCCIÓN

El área cultivada con híbridos de arroz ha mostrado un importante crecimiento, tanto en sistemas de trasplante como en sistemas de cultivo extensivo. Además de la gran dinámica mostrada por programas privados, diversas instituciones públicas han comenzado programas individuales o cooperativos de desarrollo de híbridos en los últimos años. Este es el caso del Consorcio Híbridos de Arroz para América Latina (HIAAL), formado en 2012, del cual INIA forma parte, canalizando sus actividades a través de un proyecto específico dentro del Plan Estratégico Institucional. El HIAAL cuenta con el liderazgo técnico del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), la coordinación de FLAR y la participación de instituciones regionales. El consorcio realiza mejoramiento de líneas androestériles y restauradoras, y desarrollo de híbridos. A través de estas actividades, se ha recibido semilla de híbridos elite, avanzados y preliminares, para ser evaluados localmente. Tres híbridos elite, evaluados entre 2012 y 2014, han mostrado buena calidad de grano en nuestro ambiente, pero su ventaja de rendimiento sobre las principales variedades comerciales ha sido inconsistente. Como parte del flujo habitual de materiales de HIAAL, cada año se recibe un grupo de nuevos híbridos para evaluación preliminar (ensayo VIOHIAAL), así como un grupo pequeño de híbridos avanzados seleccionados en el VIOHIAAL de la zafra anterior (ensayo SelVIOHIAAL). Como forma de mejorar la adaptación a nuestra región, también se han desarrollado híbridos experimentales con progenitores suministrados por las instituciones socias del Cono Sur, cuya primera evaluación se realizó en 2014/15 y se informa en un artículo aparte.

En la zafra 2014/15, se incluyeron 9 híbridos avanzados en el ensayo SelVIOHIAAL y 31 nuevos híbridos en el VIOHIAAL, presentándose en este artículo la información generada en la zafra.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Ambos ensayos se sembraron el 8/10/14 en la Unidad Experimental Paso de la Laguna, Treinta y Tres. En la noche de la siembra y el día siguiente se registraron lluvias de 120 mm, que causaron una lenta emergencia, mala implantación de los ensayos, dificultaron el control de malezas y resultaron en coeficientes de variación elevados (11-13%). Las parcelas fueron de 6 hileras de 3,5 m de longitud a 0,2 m de separación, con un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones en el SelVIOHIAAL y 2 en el VIOHIAAL. Se utilizaron como testigos Inov CL, INIA Olimar, El Paso 144, Parao, INIA Tacuarí, IRGA 430 y la línea indica en validación L5903. También se incluyeron como referencia a los híbridos elite evaluados regionalmente en las zafras anteriores: CT23020H, CT23034H y CT23057H. La densidad de siembra fue de 50 kg/ha para los híbridos y 150 kg/ha para las variedades. La fertilización basal fue realizada al voleo e incorporada con disquera, aplicándose 14,4 kg/ha de N, 37 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 45 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Los ensayos recibieron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 60 y 27,6 kg/ha de N, respectivamente. El control de malezas se realizó con una aplicación post emergente de propanil + quinclorac + clomazone + pirazosulfuron (4,5 + 1,7 + 0,8 l/ha + 60 g/ha). Posteriormente debió realizarse una segunda aplicación de propanil.

En los cuadros se incluye información de los análisis de varianza, indicándose si existieron diferencias significativas para cultivares o repeticiones, a través del nivel de probabilidad (diferencias significativas: 0,05 > P > 0,01; muy significativas: P < 0,01). También se incluyen el Coeficiente de Variación (CV%) y la Mínima Diferencia Significativa (MDS P < 0,05). Los signos de "+" y "-" indican diferencias significativas de cada cultivar con el testigo El Paso 144, en la respectiva columna de medias. Se evaluó rendimiento, calidad industrial, características agronómicas e incidencia de enfermedades al final del ciclo. Esta última evaluación, al igual que la de *Pyricularia*, se realiza por el Sistema de Evaluación Estándar, con escala de 0 a 9. La evaluación de resistencia a *Pyricularia* se realizó en vivero con inoculación artificial, disponiéndose de información de resistencia en hoja.

<sup>1</sup> Ing. Agr., M. Sc., INIA, Programa Arroz, [pblanco@inia.org.uy](mailto:pblanco@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr., INIA, Programa Arroz, [fmolina@inia.org.uy](mailto:fmolina@inia.org.uy)

<sup>3</sup> Asistente de Investigación, INIA, Programa Arroz

## RESULTADOS

**A. Evaluación preliminar - VIOHIAAL.** El rendimiento promedio del ensayo fue de 9,9 t/ha y el máximo correspondió al híbrido CT24529H (12,4 t/ha), que no alcanzó a superar significativamente a El Paso 144 (10,4 t/ha) (Cuadro 1). Es destacable también la alta productividad alcanzada por L5903, con excelente resistencia a *Pyricularia* y calidad molinera.

Cuadro 1. Evaluación preliminar de híbridos HIAAL, UEPL, 2014/15. Rendimiento, calidad molinera y características agronómicas de los 20 híbridos más productivos y testigos.

N°	Cultivar	Rend kg/ha	Flor. Días	Altura cm	Scl (1)	Rhizo. (1)	Pyri hoja (1)	B Total %	Entero %	Yesado %
13	CT24529H	12400	120	89	6.0	2.0	0	69.0	45.8	10.8
<b>41</b>	<b>L5903</b>	<b>12078</b>	<b>120</b>	<b>95</b>	<b>5.0</b>	<b>3.0</b>	<b>0</b>	<b>72.4</b>	<b>68.4</b>	<b>4.6</b>
24	CT24540H	11834	119	94	6.5	3.5	0	68.8	39.2	3.4
19	CT24535H	11753	120	87	5.5	3.0	0	69.7	44.8	2.7
4	CT24520H	11731	120	94	5.5	2.5	0	69.2	52.1	4.6
20	CT24536H	11618	119	101	8.5	4.0	0	68.1	41.9	9.3
16	CT24532H	11482	120	94	6.5	3.0	0	69.8	36.9	11.6
<b>36</b>	<b>Inov CL</b>	<b>11405</b>	<b>118</b>	<b>85</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>4</b>	<b>69.7</b>	<b>62.7</b>	<b>1.6</b>
12	CT24528H	11163	125	85	7.5	4.0	0	67.8	53.6	8.1
35	CT23057H	11117	130	90	7.0	3.0	0	68.9	56.2	10.2
27	CT24543H	11044	119	101	4.5	2.5	0	69.2	41.0	5.5
15	CT24531H	10884	130	84	5.5	2.0	0	67.9	52.8	8.3
10	CT24526H	10436	120	93	9.0	4.0	0	69.8	48.2	8.9
<b>40</b>	<b>El Paso 144</b>	<b>10404</b>	<b>118</b>	<b>94</b>	<b>5.0</b>	<b>3.5</b>	<b>6</b>	<b>69.6</b>	<b>66.9</b>	<b>1.0</b>
1	CT24517H	10163	129	88	7.0	2.5	0	69.4	43.2	8.0
33	CT23020H	10140	123	92	6.0	3.5		69.9	54.7	1.5
14	CT24530H	9977	124	96	6.5	3.5	0	69.3	56.9	8.5
2	CT24518H	9919	123	91	6.5	3.0	0	69.6	52.6	6.7
7	CT24523H	9913	131	92	6.5	3.5	0	69.7	53.0	10.0
11	CT24527H	9902	129	93	6.0	2.0	0	69.2	46.3	5.4
30	CT24546H	9834	129	95	5.0	3.5	0	68.9	41.9	5.8
<b>38</b>	<b>Parao</b>	<b>9787</b>	<b>123</b>	<b>83</b>	<b>5.0</b>	<b>6.5</b>	<b>2</b>	<b>68.8</b>	<b>64.3</b>	<b>2.4</b>
17	CT24533H	9577	131	96	5.0	3.5	0	69.6	54.3	7.1
28	CT24544H	9567	131	98	3.5	3.5	0	71.1	56.8	9.5
26	CT24542H	9559	122	89	5.0	3.0	0	69.1	38.3	5.2
<b>42</b>	<b>IRGA 430</b>	<b>9521</b>	<b>118</b>	<b>88</b>	<b>3.5</b>	<b>3.0</b>	<b>0</b>	<b>70.3</b>	<b>61.4</b>	<b>0.4</b>
21	CT24537H	9433	127	87	5.5	4.5	0	70.2	46.3	3.0
<b>37</b>	<b>INIA Tacuarí</b>	<b>8678</b>	<b>117</b>	<b>94</b>	<b>5.0</b>	<b>7.5</b>	<b>2.5</b>	<b>71.1</b>	<b>66.8</b>	<b>2.6</b>
<b>39</b>	<b>INIA Olimar</b>	<b>8455</b>	<b>121</b>	<b>86</b>	<b>4.0</b>	<b>2.5</b>	<b>6</b>	<b>67.9</b>	<b>63.5</b>	<b>0.6</b>
	<b>Media</b>	<b>9973</b>	<b>125</b>	<b>92</b>	<b>5.5</b>	<b>3.2</b>	<b>0.5</b>	<b>69.5</b>	<b>51.0</b>	<b>5.8</b>
	<b>P Bloque</b>	0.093	0.694	0.318	0.050	0.594		0.710	0.577	0.001
	<b>P Cultivar</b>	0.000	0.000	0.002	0.000	0.008		0.000	0.000	0.000
	<b>CV%</b>	10.7	2.0	4.9	14.6	31.2		0.9	7.7	20.5
	<b>MDS 0.05</b>	2135	5.0	9.1	1.6	2.0		1.2	7.9	2.4

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 0 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente, 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible.

Si bien varios híbridos mostraron ciclos muy largos, los más productivos tuvieron ciclos a floración similares a El Paso 144. Los nuevos híbridos también tuvieron buena resistencia a *Pyricularia* en hoja. Los testigos mostraron muy buena calidad molinera, pero los híbridos tuvieron bajos porcentajes de entero y alta incidencia de yesado. Estos mismos híbridos fueron también evaluados en Brasil (IRGA), donde algunos de los más productivos en nuestras condiciones también se destacaron, con rendimientos entre 13,5 y 14,4 t/ha. Es el caso de CT24529H, CT24535H, CT24520H, CT24536H, CT24532H y CT24528H. Es llamativo que en el ensayo localizado en Brasil todos estos híbridos tuvieron buena calidad molinera, con porcentajes de entero entre 61 y 66% y aspecto de grano bueno a aceptable (IRGA, información presentada en el Comité Técnico de HIAAL).

**B. Evaluación avanzada – SelVIOHIAAL.** El rendimiento promedio del ensayo que incluyó a los 9 híbridos seleccionados en el ensayo VIOHIAAL de la zafra 2013/14 fue de 8,8 t/ha. El máximo

rendimiento fue alcanzado por Inov CL, con buena calidad, al igual que los demás testigos. En este ensayo no se identificaron híbridos con potencial de rendimiento interesante, mostrando también problemas de calidad. El híbrido elite CT23020H, evaluado regionalmente en las zafras previas, se ubicó entre los de mayor rendimiento, con porcentaje de entero aceptable y buen aspecto de grano.

Cuadro 2. Evaluación avanzada de híbridos HIAAL, UEPL, 2014/15. Rendimiento, calidad molinera y características agronómicas.

N° Cultivar	Rend kg/ha	Flor. Días	Altura cm	Scl (1)	Rhizo. (1)	Pyri hoja (1)	B Total %	Entero %	Yesado %
<b>14 Inov CL</b>	<b>11338 +</b>	<b>118 -</b>	<b>90</b>	<b>2.3 -</b>	<b>2.3</b>	<b>5</b>	<b>69.5 +</b>	<b>61.3</b>	<b>2.6</b>
3 CT23616H	10377	129 +	97	5.7	3.0	0	69.5 +	53.3 -	9.0 +
<b>19 L5903</b>	<b>10340</b>	<b>120</b>	<b>91</b>	<b>3.3</b>	<b>4.0</b>	<b>0</b>	<b>71.6 +</b>	<b>67.1</b>	<b>4.7</b>
11 CT23020H	10156	129 +	93	4.3	5.0	6	70.0 +	58.1	1.2
2 CT23612H	10106	130 +	87	7.0 +	3.7	0	67.6	53.1 -	9.5 +
<b>17 INIA Olimar</b>	<b>10018</b>	<b>119</b>	<b>90</b>	<b>4.0</b>	<b>3.7</b>	<b>7</b>	<b>67.6</b>	<b>61.8</b>	<b>2.1</b>
<b>20 IRGA 430</b>	<b>9708</b>	<b>123</b>	<b>87</b>	<b>3.3</b>	<b>3.7</b>	<b>0</b>	<b>70.2 +</b>	<b>60.5</b>	<b>0.6 -</b>
13 CT23057H	9689	131 +	93	5.7	3.0	0	69.2	51.2 -	13.7 +
5 CT23621H	9614	128 +	85 -	5.0	2.3	0	70.0 +	51.2 -	6.4 +
<b>18 El Paso 144</b>	<b>9290</b>	<b>123</b>	<b>94</b>	<b>4.3</b>	<b>3.3</b>	<b>7</b>	<b>68.1</b>	<b>62.4</b>	<b>2.5</b>
6 CT23646H	9219	133 +	99	6.0 +	2.7	0	69.0	48.1 -	13.8 +
7 CT23652H	8703	132 +	91	5.0	2.0	0	69.9 +	53.6 -	8.0 +
4 CT23618H	8617	136 +	98	6.7 +	2.7	0	69.3 +	49.4 -	10.6 +
1 CT23596H	8583	133 +	95	5.3	2.0	0	68.4	52.9 -	9.4 +
9 CT23723H	8321	132 +	93	4.3	2.7	0	70.0 +	53.6 -	11.3 +
8 CT23547H	8169	131 +	100	4.7	2.3	0	69.5 +	50.4 -	16.7 +
<b>15 INIA Tacuarí</b>	<b>7631</b>	<b>124</b>	<b>88</b>	<b>3.3</b>	<b>6.0 +</b>	<b>1</b>	<b>70.0 +</b>	<b>65.3</b>	<b>2.9</b>
<b>16 Parao</b>	<b>7535</b>	<b>129 +</b>	<b>87 -</b>	<b>3.0</b>	<b>2.3</b>	<b>1</b>	<b>67.2</b>	<b>60.6</b>	<b>4.6</b>
12 CT23034H	5443 -	130 +	94	5.7	2.3	0	70.0 +	52.4 -	1.9
<b>Media</b>	<b>8844</b>	<b>128</b>	<b>92</b>	<b>4.6</b>	<b>3.1</b>	<b>1.7</b>	<b>69.3</b>	<b>56.3</b>	<b>6.9</b>
<b>P Bloque</b>	0.289	0.159	0.292	0.911	0.464		0.020	0.345	0.012
<b>P Cultivar</b>	0.000	0.000	0.004	0.000	0.042		0.000	0.000	0.000
<b>CV%</b>	13.1	2.2	4.9	18.3	36.1		1.0	5.5	18.7
<b>MDS 0.05</b>	1912.6	4.6	7.5	1.4	1.8		1.1	5.2	2.1

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 0 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente, 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible.

## CONCLUSIONES

Los híbridos más promisorios de HIAAL evaluados en 2014/15 se encuentran entre los desarrollados con los cruzamientos prueba con progenitores del Cono Sur, cuyos resultados se presentaron en el artículo previo. Por su parte, los híbridos avanzados, seleccionados en 2013/14, no ofrecen perspectivas interesantes. Respecto a los híbridos en evaluación preliminar, sin embargo, considerando los problemas de implantación registrados en el ensayo, así como la información generada en Brasil, se justifica evaluar nuevamente a los más productivos.

## BIBLIOGRAFÍA

**BLANCO, P.; MOLINA, F.; CARRACELAS, G.; SILVERA, W. 2014.** Evaluación de híbridos del consorcio HIAAL. In: Arroz-Soja, Resultados Experimentales 2013-14, INIA Treinta y Tres. p. 6:18-20, Serie Actividades de Difusión 735.



## SEMILLAS

### I. PRODUCCIÓN DE SEMILLA BÁSICA DE ARROZ

#### INFORME DE PRODUCCIÓN DE LA ZAFRA 14/15

Ana Laura Pereira<sup>1</sup> Ariel Pimienta<sup>2</sup> José Correa<sup>2</sup>

Cuadro 1. Mantenimiento genético y producción de semilla madre de arroz

Variedad	Panojas/hilera	Semilla pré básica
	Nº Sembradas	kg
El Paso 144	260	421
L3000 INIA Olimar	270	398
Tacuari	350	512
Parao	295	280
L 5903	111	276
CL 244	120	100
CL 212	100	89*
EEA 404	90	85*
SLI 09197	96	91*
SLI 09195	110	40*
SLI 09043	92	35*

Cuadro 2. Producción de líneas promisorias

Variedad	Área sembrada	Rendimiento	Semilla obtenida
	(ha)	kg/ha	kg
CL 244	0,7	10631	7442
CL 212	0,8*	10206*	8165*
L 5903	1	8612	8612

\* Sin clasificar, valor estimado

Cuadro 3. Producción de Semilla Categoría Básica - Zafra 2014/15

Variedad	Área Sembrada	Densidad Siembra	Rend.	Semilla Obtenida
	(ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	kg
INIA Tacuarí	2,9	112	6116	17739
L 3000 INIA Olimar	1,5	107	8168	12252
El Paso 144	1,7	103	7735	13151
Parao	2,6	105	6171	15766
EEA 404	0,5	105	7084*	3542*

\*Sin clasificar, valor estimado

<sup>1</sup> Ph.D., INIA. Unidad Técnica de Semillas. [apereira@tyt.inia.org.uy](mailto:apereira@tyt.inia.org.uy)

<sup>2</sup> Téc. Agrop. INIA. Unidad Técnica de Semillas

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y USO DE SEMILLA BÁSICA

Cuadro 3. Área total, rendimiento promedio y total de semilla Básica

Zafra	Área (ha)	Rendimiento (bls/ha)	S.obtenida (bls)
90-91	16,7	133	1.870
91-92	19,6	113	1.744
92-93	28,6	95	2.088
93-94	25,9	133	2.745
94-95	29,0	163	4.717
95-96	21,0	168	2.845
96-97	25,3	160	3.087
97-98	24,5	98	1.838
98-99	29,0	138	3.323
99-00	23,6	185	3.590
00-01	7,6	145	800
01-02	17,1	122	1.650
02-03	19,7	146	2.175
03-04	17,6	115	1.667
04-05	20,2	131	2.040
05-06	16,5	150	2.016
06-07	11,5	174	1.673
07-08	16,0	131	2.099
08-09	11,8	114	1.349
09-10	14,1	128	1.800
10-11	14,1	168	2.375
11-12	11	148	1.630
12-13	11,7	165	1.932
13-14	13	148	1.924
14-15	11,7	148	1.733

**inia**

**INSTITUTO  
NACIONAL DE  
INVESTIGACION  
AGROPECUARIA  
URUGUAY**



**ARROZ-SOJA:  
RESULTADOS  
EXPERIMENTALES  
2014-2015**

Agosto 2015

ACTIVIDADES  
DE DIFUSIÓN

**748**

INIA TREINTA Y TRES

## ECONOMÍA DEL ARROZ

### INDICADORES DE COMPETITIVIDAD EN LA CADENA ARROCERA

B. Lanfranco<sup>1</sup>, B. Ferraro<sup>2</sup>, C. Rava<sup>3</sup>

**PALABRAS CLAVE:** MAP, políticas públicas, costos

#### INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene por objetivo el estudio de la cadena arrocera en el Uruguay, mediante el método de la matriz de análisis de políticas (MAP). Comienza con el cómputo de los ingresos y costos en los cuatro eslabones definidos: 1) chacra de arroz; 2) transporte de chacra a molino; 3) procesamiento y empaque por parte de la industria (molino); 4) transporte al punto de salida de exportación (puerto, frontera seca).

La MAP se presenta como el producto de dos identidades: la primera define el beneficio como la diferencia entre ingresos y costos; la segunda muestra los efectos de las divergencias que resultan de políticas distorsivas y eventuales fallas de mercado. Estas divergencias pueden calcularse como la diferencia entre los parámetros observados y los niveles de parámetro que podrían observarse si las divergencias fueran removidas. A partir de lo anterior, puede medirse la magnitud de las transferencias ocasionadas por el conjunto entero de las políticas que actúan sobre el sistema y el grado de eficiencia económica del mismo.

Específicamente, el análisis comprende la cuantificación de los efectos de las políticas públicas (impuestos, subsidios, cargas sociales) en los distintos eslabones de la cadena y la estimación de eventuales transferencias de recursos desde o hacia la misma. Adicionalmente, se presentan algunos indicadores de competitividad que permiten analizar la evolución del sector a través de los años y realizar comparaciones válidas con los sistemas de producción de otros países o con otras alternativas de producción dentro del país.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La estructura de costos de la industria arrocera fue analizada mediante el método de la matriz de análisis de políticas (Monke y Pearson, 1989), complementado por los aportes de Vieira y otros (2001) y los ajustes metodológicos realizados por Rava, Lanfranco y Ferraro (2011) y Rava, Ferraro y Lanfranco (2012). Se tomaron en consideración ocho ejercicios agrícolas, que van desde la zafra 2007/08 hasta la 2014/15. Los datos y resultados para este último ejercicio son preliminares e incluyen solamente cinco meses de exportaciones. El año comercial para dicha zafra comienza el 1 de marzo de 2015 y culmina el 28 de febrero de 2016.

El modelo de costeo y la planilla de costos resultante fueron desarrollados para la zafra 2011/12. A partir de esta planilla, se definieron los datos de producción y económicos para cada zafra incluida en el estudio. Una vez estimados los ingresos y costos en cada fase o eslabón de la cadena, se procedió a construir la MAP. Esta consiste en una matriz de contabilidad de los ingresos, costos y beneficios netos, de toda la cadena, como se presenta en el Cuadro 1. Los valores se expresan en dólares americanos por tonelada de arroz cáscara.

Cuadro 1. Matriz de Análisis de Políticas (MAP)

Matriz de Análisis de Políticas (MAP) (Valores en US\$ por tonelada <i>paddy</i> )	Ingresos	Costos		Beneficios
		Transables	Domésticos	
Precios Privados	+A	-B	-C	±D
Precios Sociales	+E	-F	-G	±H
Divergencias	±I	±J	±K	±L

<sup>1</sup> Ing. Agr., Ph.D. INIA, grupo de Economía.

<sup>2</sup> Cr., INIA, grupo de Economía.

<sup>3</sup> Ing. Agr., INIA, actualmente técnico del MGAP-OPYPA.

Los precios privados y sociales se expresan con signo positivo (+) mientras que los costos se presentan con signo negativo (-) para facilitar la visualización de los resultados. El signo de los beneficios podrá tener signo positivo o negativo de acuerdo al resultado de la actividad ( $\pm$ ). La fila inferior representa las divergencias en ingresos, costos y beneficios, surgidos a partir de los cálculos realizados en precios privados y sociales. Divergencias de signo negativo (-) significan una transferencia desde el sector estudiado resto de la economía; por el contrario, divergencias de signo positivo (+) indican una transferencia en sentido contrario.

A partir de la MAP se calcularon una serie de indicadores para medir el nivel de competitividad de la cadena, a través del flujo de transferencias hacia o desde la misma al resto de la economía:

Transferencia Neta de Políticas (TNP): es la suma de los efectos de todas las políticas consideradas (efectos sobre el producto, insumos transables y no transables). Es el valor monetario que las políticas públicas transfieren desde (signo negativo) o hacia la cadena (signo positivo). La transferencia neta debe, por definición, ser idéntica en la matriz contable de entrada doble ( $L = I - J - K = (D - H)$ ).

Razón de Costo Privado (RCP): Es el cociente entre el costo de los factores domésticos (no transables) y el valor agregado, a precios privados ( $RCP = C / (A - B)$ ). Cuanto menor es este cociente, mayor es la competitividad de la cadena. Si  $RCP = 1$ , el valor agregado es exactamente igual a la remuneración de los factores domésticos. Si  $RCP < 1$ , los factores domésticos están recibiendo un retorno mayor al normal y, por tanto, la actividad puede mantener los factores domésticos en su uso actual y aun expandirse. Si  $RCP > 1$ , dichos factores no están siendo remunerados en forma acorde, por lo que no podrán ser mantenidos en la actividad en el mediano y largo plazo, en las condiciones prevalentes.

Razón de Costos Domésticos (RCD): Se mide e interpreta en forma análoga al RCP, pero a precios sociales,  $RCD = G / (E - F)$ . Indica cuantos recursos domésticos (no transables) se utilizan para generar un dólar de ingreso.

Coefficiente de Protección Nominal (CPN): Es el cociente entre el precio privado y el precio social ( $CPN = A / E$ ). Mide el grado de protección de la cadena. Si  $CPN = 1$ , las políticas públicas no está alterando el precio privado en relación al social. Un  $CPN > 1$  indica una protección positiva, en tanto que  $CPN < 1$  indican desprotección, o un nivel de tributación implícita ya que el valor recibido por la cadena es menor al que recibiría a precios de mercado.

Coefficiente de Protección Efectiva (CPE): Es el cociente entre el valor agregado a precios privados y el valor agregado a precios sociales,  $CPE = (A - B) / (E - F)$ . Considera los efectos de políticas distorsionantes sobre los productos y los insumos transables, estimando en qué medida las políticas que afectan los mercados de productos hacen que el valor agregado difiera del que surgiría en ausencia de políticas sectoriales. Las consideraciones acerca de su signo y magnitud son similares que para el caso del CPN; sin embargo, el CPE representa una medida más completa de los incentivos proporcionados por las políticas públicas.

Razón de Subsidios a la Cadena (RSC): Mide la transferencia neta de las políticas, como proporción del producto social total ( $RSC = L / E = (D - H) / E$ ). Permite realizar comparaciones acerca de la extensión en la que las políticas públicas subsidian a los sistemas de producción. Cuanto menor es la magnitud de la RSP, en términos absolutos, menor es el nivel de subsidios existentes en las cadenas. Si  $RSP < 0$ , indica que la cadena está gravada y no subsidiada.

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados del análisis se presentan en el cuadro 2. En la primera columna aparecen los seis indicadores seleccionados cuyos valores se presentan en cada fila. Las siguientes columnas presentan dichos valores para cada una de las ocho zafras. Lo primero a observar es que el valor calculado para TLP es de signo negativo para todo el período, lo que indica que, año tras año, la cadena arrocera transfiere recursos al resto de la economía. El monto transferido osciló entre US\$60 y US\$80 anuales por tonelada de arroz equivalente cáscara (paddy), con un valor promedio para el período de US\$64,35.

Cuadro 2. Indicadores de competitividad de la cadena arrocerá (2007/08 - 2014/15).

Ratio	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15*
<b>TLP</b>	-63,86	-63,29	-78,64	-60,17	-62,02	-64,66	-63,71	-58,46
<b>RCP</b>	0,71	1,20	1,24	0,67	0,79	0,77	0,76	0,74
<b>RCD</b>	0,42	0,66	0,64	0,38	0,46	0,45	0,45	0,45
<b>CPN</b>	0,97	0,97	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96
<b>CPE</b>	0,86	0,80	0,81	0,88	0,88	0,89	0,91	0,91
<b>RSC</b>	-0,13	-0,17	-0,20	-0,15	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14

Nota: TLP se expresa en US\$ por tonelada, equivalente *paddy*. Los restantes indicadores no tienen unidad. Los datos de la zafra 2014/15 son parciales debido a que la zafra de comercialización no terminó.

Los valores superiores a la unidad mostrados por el RCP para los ejercicios 2008/09 y 2009/10 determinaron que para esas dos zafras los factores domésticos (FD) de producción no fueron remunerados en su totalidad ( $RCD > 1$ ). En cambio, para las restantes seis zafras, donde el RCP estuvo por debajo de uno ( $RCP < 1$ ), los FD pudieron ser remunerados completamente, en términos globales. En este mismo sentido, el valor de RCD resultó ser siempre inferior a uno y al valor de RCP ( $RCD < RCP < 1$ ). Esto indica que en ausencia de políticas públicas, el sector es capaz de remunerar completamente a los FD y generar excedentes.

Otro resultado importante a considerar refiere a los valores obtenidos para el CPN y para el CPE. Ambos indicadores dan cuenta de cuánto afectan las políticas públicas a los ingresos, con y sin ajuste por los costos transables, respectivamente. Durante todo el período analizado, los valores de CPN y CPE fueron inferiores a la unidad ( $CPE < CPN < 1$ ). Esto sugiere que las políticas públicas no alteraron fuertemente las relaciones de precios ( $CPN < 1$ ) y que la cadena arrocerá es fuertemente competitiva ( $CPE \ll 1$ ).

El signo negativo y la magnitud del indicador RSC para todo el período ( $RSC < 0$ ) confirma que, en términos netos, la cadena arrocerá no recibe subsidios. Por el contrario, el sector está gravado en términos netos y refleja una gran capacidad contributiva hacia el resto de la economía. Esto lo atestiguan los valores calculados como transferencia neta, la que en el promedio del último quinquenio representó un 60% del beneficio neto generado.

Cuadro 3. Origen de las transferencias del sector arrocerá al resto de la economía.

	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15
<b>Impuestos</b>	42,4%	39,7%	33,8%	35,1%	33,4%	32,5%	27,9%	28,1%
<b>Costo de Capital</b>	23,3%	23,8%	31,9%	31,0%	27,8%	28,7%	31,7%	28,2%
<b>Seguridad Social</b>	34,3%	36,5%	34,4%	33,9%	38,9%	38,8%	40,4%	43,7%
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

En términos generales, el origen de estas transferencias hacia otros sectores de la economía reconoce tres orígenes: a) impuestos; b) costo del capital; c) cargas sociales. En el Cuadro 3 se presenta la evolución en la proporción en que cada fuente contribuyó a las transferencias. Se observa que el peso relativo de la carga impositiva disminuyó en los últimos 8 zafras, cayendo con algunas oscilaciones, del 42,4% en 2007/08 a 28,1% en 2014/15. El promedio para todo el período (2007/08 a 2014/15) fue de 34,1%.

Por su parte, las ineficiencias en el costo de capital, medidas a través de la diferencia en tasas de interés que pagan las inversiones en el Uruguay respecto al resto del mundo, experimentó un crecimiento en los primeros tres ejercicios, de 23,3% en 2007/08 hasta 31,9% en 2009/10, manteniéndose en un entorno de entre 27,8% y 31,7% en el último quinquenio. En promedio, esta fuente de divergencias explicó 28,3% de las transferencias totales.

Por último, los aportes a la seguridad social se fueron incrementando a través del período considerado, pasando de 34,3% en 2007/08 a 43,7% en 2014/15. En promedio, estas transferencias representaron 37,6%. Si bien las prestaciones correspondientes a la seguridad social y la salud no son realmente transferencias hacia otros sectores, en el estudio fueron considerados como tal debido a que constituyen, preponderantemente, sistemas de aporte solidario. Una cierta proporción, no estimada en

este trabajo, vuelve a la cadena a través de servicios de cobertura mutual, seguros por accidente, enfermedad y seguros de desempleo.

## CONCLUSIONES

A partir de los resultados expuestos se pueden extraer algunas conclusiones. En primer lugar, la cadena arrocerera no es neutral a los efectos de las políticas públicas. El sector arrocerero es un rubro de actividad dinámico que transfiere fuertes recursos al resto de la economía no recibiendo subsidios de ninguna especie. En términos promedios para los últimos 5 años, el 60% de los beneficios generados por la cadena arrocerera fueron transferidos al resto de la economía nacional. Cabe mencionar que si bien las políticas públicas inciden sobre la actividad las mismas no reflejan una alteración en las relaciones de precios en el sector.

En segundo lugar, los resultados muestran que la cadena arrocerera es altamente competitiva aunque se observa un deterioro en la misma, lo que se ve reflejado en su capacidad contributiva. Dentro del contexto mencionado, es importante destacar que aunque el sector arrocerero agroexportador continúa siendo competitivo, a pesar de los altos niveles de transferencias hacia otros sectores de la economía, los resultados obtenidos muestran que estos niveles de competitividad no son infinitos. En ese sentido, se debe estar alerta a los aspectos estructurales que definen la capacidad competitiva del sector.

## BIBLIOGRAFÍA

**MONKE, E.A. y PEARSON, S.R.** 1989. *The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development*. Cornell University Press, Ithaca: 280 pp

**RAVA, C., FERRARO, B. y LANFRANCO, B.** 2012. *Competitividad y transferencias en la cadena cárnica bovina en Uruguay*. INIA Serie Técnica 198: 42pp.

**RAVA, C., LANFRANCO, B. y FERRARO, B.** 2011. *Beneficios privados y beneficios sociales en la cadena de la manzana para exportación en el Uruguay*. INIA Serie Técnica 192: 33pp.

**VIEIRA, R.C.M., TEIXEIRA FILHO, A.R., DE OLIVEIRA, A.J. y LOPES, M.R.** (Editores Técnicos) 2001. *Cadeias Produtivas no Brasil. Análise da Competitividade*. Fundação Getúlio Vargas – EMBRAPA. Brasília, DF: 469 pp.

## SOJA

### ROTACIONES ARROCERAS: RESULTADOS PRODUCTIVOS EN LAS PRIMERAS TRES ZAFRAS

I. Macedo<sup>1</sup>, J. Castillo<sup>2</sup>, N. Saldain<sup>3</sup>, S. Martínez<sup>4</sup>, R. Bermúdez<sup>5</sup>, W. Ayala<sup>6</sup>, J. Hernández<sup>7</sup>, J. Terra<sup>8</sup>

#### INTRODUCCION

El sector arrocero demanda nuevos caminos de intensificación productiva sustentable, con menos utilización del laboreo y tiempos de barbecho improductivos, aumento de la frecuencia de arroz en la rotación, en combinación con pasturas productivas más cortas y eventualmente otros cultivos que se adapten a la rotación, particularmente la soja. Esta inquietud del sector arrocero está orientada a mejorar la productividad global del sistema, diversificar ingresos, reducir costos, mitigar riesgos y conservar los recursos naturales (Terra *et al.*, 2014).

En 2012 se instaló un experimento de largo plazo en la Unidad Experimental Paso de la Laguna para evaluar alternativas de rotaciones para el cultivo de arroz, que sean sustentables productiva y ambientalmente. En este se evalúa el manejo agronómico y la productividad de cultivos y pasturas, el resultado económico, el cambio en las propiedades dinámicas de los distintos sistemas, incluyendo plagas, malezas, enfermedades y propiedades del suelo.

A continuación se muestran algunos resultados productivos de los tres primeros años de implementación del experimento.

#### EL EXPERIMENTO

Se evalúan 6 rotaciones, repetidas 3 veces en el espacio y cuyas fases están presentes todas al mismo tiempo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de las rotaciones evaluadas en el experimento de largo plazo.

AÑO	1		2		3		4		5		6	
ROTACIÓN	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI
1	Arroz	Pa										
2	Arroz1	Pa	Soja	Pa	Arroz2	Pa	Sorgo	Pa				
3	Arroz	Pp	Pp	Pp								
4	Arroz1	Pa	Arroz2	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp		
5	Arroz1	Pa	Soja1	Pa	Soja2	Pa	Arroz2	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp
6	Arroz	Pa	Soja	Pa								

Referencias= PV (primavera-verano), OI (otoño-invierno); Pa (pastura anual); Pp (pastura perenne)

<sup>1</sup> Ing. Agr., INIA Programa Sustentabilidad Ambiental. [imacedo@tyt.inia.org.uy](mailto:imacedo@tyt.inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr., INIA Programa Arroz. [jcastillo@tyt.inia.org.uy](mailto:jcastillo@tyt.inia.org.uy)

<sup>3</sup> M.Sc., INIA Programa Arroz. [nsaldain@inia.org.uy](mailto:nsaldain@inia.org.uy)

<sup>4</sup> Ing. Agr., INIA Programa Arroz. [smartinez@inia.org.uy](mailto:smartinez@inia.org.uy)

<sup>5</sup> M.Phil., INIA Programa Pasturas y Forrajes (hasta marzo 2015). [rbermudez@inia.org.uy](mailto:rbermudez@inia.org.uy)

<sup>6</sup> Ph.D., INIA Programa Pasturas y Forrajes. [wayala@inia.org.uy](mailto:wayala@inia.org.uy)

<sup>7</sup> Téc. Agrop., INIA Treinta y Tres Operaciones

<sup>8</sup> Ph.D., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. [jterra@tyt.inia.org.uy](mailto:jterra@tyt.inia.org.uy)

El experimento contrasta distintas alternativas de intensidades de uso de suelo, desde arroz continuo hasta un testigo tecnológico arroz-pasturas y otras opciones. Por ejemplo, si comparamos las rotaciones más intensas (1 vs. 2), se ve que la intensidad de uso medida en número de cultivos por año es la misma, pero su composición y la forma en que se utilizan los recursos es muy diferente, aspectos que se van a estar analizando cuando se tengan los efectos acumulados y ambas rotaciones estabilizadas.

## RESULTADOS

La mayor productividad en el cultivo de arroz (9802 kg/ha) se obtuvo en la zafra 2014-15 respecto a las zafas anteriores. Posiblemente, explicado por las condiciones climáticas favorables durante etapas reproductivas del cultivo, coincidiendo con valores de cosecha record obtenidos en el país (8500 kg/ha).

Cuadro 2. Rendimiento (13%H) y desvíos estándares de arroz, soja y sorgo en tres zafas.

Cultivo	ZAFRA					
	2012-13		2013-14		2014-15	
	Rendimiento (kg/ha)	Desv.Est (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Desv.Est (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Desv.Est (kg/ha)
Arroz	8997	±739	8932	±1036	9802	±1005
Soja	3309	±249	1319	±373	3006	±770
Sorgo	7824	±196	2737	±427	3670	±490

La productividad de cultivos de secano fue inferior en la zafra 2013-14 respecto a las otras dos zafas, relacionado a los excesos hídricos ocurridos al inicio de la fase reproductiva. Las diferencias de rendimiento entre las primeras dos zafas fueron asociadas a las fechas de siembra y condiciones climáticas durante el ciclo (Terra et al., 2014). Por otro lado, la zafra 2014-15 fue muy contrastante climáticamente en sus dos mitades. En el primer trimestre (nov., dic., ene.) durante la fase vegetativa de los cultivos, llovieron 518 mm, mientras que en el segundo trimestre (feb., mar., abr.), durante la fase reproductiva, llovieron 50 mm, siendo el trimestre más seco de la historia (1971-2015). En este último se realizaron dos riegos estratégicos por superficie de 40 mm c/u (13/2 y 13/3) en dos de los tres bloques, con un rendimiento de soja de 3400 kg/ha, comparado con 2200 kg/ha de la soja no regada.

En todos los años se lograron altas productividades de arroz. Existen diferencias agronómicas y productivas entre cultivares de arroz (Cuadro 3) que hay que explotar y adaptar a cada rotación y su manejo.

Cuadro 3. Rendimiento de arroz (seco) por variedad para tres zafas.

Variedad	ZAFRA					
	2012-13		2013-14		2014-15	
	Rendimiento (kg/ha)	Variedad	Rendimiento (kg/ha)	Variedad	Rendimiento (kg/ha)	
EP 144	8573	L 5903	10587	L 5903	10237	
CL 244	9347	CL 212	8283	CL 212	7790	
INIAOlimar	8584	INIAOlimar	9031	INIAOlimar	9700	
Parao	9222	Parao	8518	Parao	10283	
INIA Tacuarí	8954	INIA Tacuarí	8871			
Innov	9903					

Si bien hay efecto de las variedades, se trató de estimar el efecto antecesor de verano en la productividad de arroz (Figura 1). Los rendimientos de arroz sobre cultivos de verano fueron menos variables que sobre arroz o pasturas, alcanzando 10360 y 10070 kg/ha sobre soja y sorgo, respectivamente. El arroz sobre antecesores arroz y pastura, tuvieron rendimientos de 8560 y 9200 kg/ha, respectivamente.

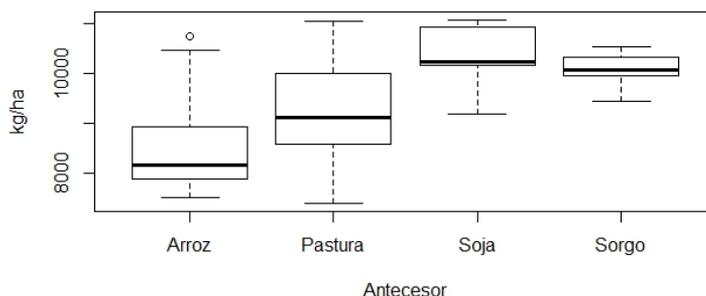


Figura 1. Rendimiento de arroz según antecesor de verano

En las distintas rotaciones se incluyen diferentes opciones forrajeras las cuales son evaluadas bajo pastoreo (Cuadro 4), según del tipo y duración de estas serán los aportes que pueda hacer cada una: inclusión de la ganadería, aporte de nutrientes, mejoras en propiedades físicas del suelo, interrupción del ciclo de malezas, plagas y enfermedades asociadas a los cultivos.

Cuadro 4. Producción acumulada otoño-invernal de materia seca según opción forrajera.

Opción forrajera	2013 MS kg/ha	2014 MS kg/ha
Festúca-T.Blanco-L.Corniculatus	2843	4266* <sup>1</sup>
Festulolim-L.Corniculatus	1671	4183* <sup>1</sup>
Raigras +T.Rojo	2066	1020* <sup>1</sup>
Raigras	3320	4584* <sup>2</sup>
T.Alejandrino	2295	2325* <sup>2</sup>
T.Subterráneo	3265	3858* <sup>2,3</sup>
Raigras + T.Vesiculoso	3187	4924* <sup>1</sup>

\*1 al 30/10/2014 (incluye restos y restos secos) (pastoreados durante invierno). \*2 al 8/9/2014 (incluye restos y restos secos). \*3 muy poca producción de T.Subterráneo

## CONCLUSIONES

Existió una alta variabilidad interanual del rendimiento de los cultivos de secano que es necesario reducir a través del manejo agronómico de los sistemas para estabilizar productividad e ingresos.

La producción de biomasa de las distintas opciones forrajeras fue aceptable, no obstante hay un margen importante de crecimiento. Las leguminosas anuales pueden contribuir al aporte de N para el arroz y reducir las necesidades de fertilización nitrogenada.

Cuando se utilizó riego en soja, la respuesta en producción de grano fue de 15 kg/mm de agua aplicado. Esto sugiere que la sistematización de la chacra (nivelación y drenaje) para riegos de oportunidad o estratégicos es una estrategia válida a desarrollar en los sistemas para reducir vulnerabilidad climática de los mismos.

La estabilización de las rotaciones en los próximos años permitirá ir ajustando coeficientes e indicadores sobre el impacto de cada una de ellas para la toma de decisiones agronómicas, conociendo cuál o cuáles son las que mejor se adaptan a cada sistema productivo.

## BIBLIOGRAFIA

TERRA, J; CASTILLO, J; SALDAIN, N; MARTINEZ, S; BERMUDEZ, R; HERNANDEZ, J; MACEDO, I. 2014. Rotaciones Arroceras: Resumen de resultados productivos en las primeras safras. Actividad de Difusión 735. INIA Treinta y Tres Cap. 9, p.22-24.

## COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE GRUPOS DE MADUREZ Y POBLACIONES CONTRASTANTES DE SOJA EN SUELOS ARROCEROS DEL ESTE SIN LIMITANTES NUTRICIONALES

I. Macedo<sup>1</sup>, D. Gaso<sup>2</sup>, A. Bordagorri<sup>3</sup>, J. Terra<sup>4</sup>, J. Sawchik<sup>5</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Rendimiento, fisiología, rotación arroz-soja.

### INTRODUCCIÓN

La viabilización de la soja en sistemas arroceros, podría contribuir a reducir algunos costos y mejorar aspectos agronómicos relacionados a la preparación de suelos y control de malezas mejorando la productividad y rentabilidad.

El pobre drenaje interno, la baja capacidad de almacenamiento de agua y la baja fertilidad natural de los suelos de la planicies arroceras representan limitantes importantes para el cultivo de soja (Chebataroff *et al.* 2002). La soja es especialmente sensible al anegamiento, reduciendo su productividad entre 17-43% durante la etapa vegetativa y entre 50-56% en la reproductiva ante excesos temporales de agua (Oosterhuis *et al.*, 1990, Boru *et al.*, 2003).

La vulnerabilidad del cultivo a la variabilidad climática puede mitigarse a través del uso de cultivares tolerantes, o mediante algunas prácticas de manejo del cultivo como la elección del ciclo del cultivar, la época de siembra, la densidad y distribución del mismo para desfasar las etapas críticas del cultivo de los momentos de mayor probabilidad de riesgo climático.

Este trabajo formó parte de una red instalada en el país donde se evalúan distintos grupos de madurez y distintas poblaciones, sin limitantes nutricionales, bajo regímenes hídricos diferentes con el objetivo de explorar el potencial productivo del cultivo en diferentes regiones del país. En este caso puntual no se incluyó el factor riego.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló en un predio comercial (33°25'33.85" S; 54°08'58.09" O) ubicado en la 7<sup>ma</sup> sección del departamento de Treinta y Tres durante la zafra 2014-15.

Se evaluaron 2 cultivares de grupos de madurez (GM) contrastante: Nidera 5019 ipro, Don Mario 6563 ipro, y cuatro poblaciones objetivo 15, 25, 35 y 45 plantas por metro cuadrado (pl/m<sup>2</sup>). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande (16 m ancho por 20 m de largo) fue el GM y la parcela chica (4 m de ancho por 20 m de largo) la población, con 5 repeticiones.

Se realizó laboreo convencional durante el invierno (rastra, vibro, rolo y landplane) Se utilizó una sembradora con sistema de distribución de semilla de placas y 6 líneas a 40 cm entre hileras. Se determinó por análisis de suelo, potasio intercambiable (0.23 cmol/kg\_suelo), fósforo Bray1 (7 ppm), materia orgánica (2.9%) y pH del suelo (5.9). Se fertilizó con 90 kg/ha de KCl (voleo), 110 kg/ha de supertiple (voleo) y 190 kg/ha de 9-25/25-25 + 3% S (mitad al voleo y mitad en la línea). El manejo del cultivo, control de malezas, plagas y enfermedades fue realizado en base al manejo del productor.

Se cuantificó la recuperación de plantas luego de emergencia, componentes de rendimiento, chauchas/planta, granos/chaucha y peso de mil granos (P.M.G) y rendimiento (13%H) realizado con cosechadora experimental (5 hileras x 20 m).

Se realizaron los análisis de varianza (ANAVA) pertinentes para rendimiento y componentes de rendimiento, para la separación de medias, el test utilizado fue el de Tuckey (0.05).

<sup>1</sup> Ing. Agr., INIA Programa Sustentabilidad Ambiental. [imacedo@tyt.inia.org.uy](mailto:imacedo@tyt.inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr., INIA Programa Cultivos de Secano. [dgaso@inia.org.uy](mailto:dgaso@inia.org.uy)

<sup>3</sup> Téc. Agrop. INIA Programa Sustentabilidad Ambiental

<sup>4</sup> Ph.D., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. [jterra@tyt.inia.org.uy](mailto:jterra@tyt.inia.org.uy)

<sup>5</sup> Ph.D. INIA. Programa Cultivos de Secano. [jsawchik@inia.org.uy](mailto:jsawchik@inia.org.uy)

## RESULTADOS

Las diferencias encontradas en productividad fueron atribuidas a los GM, no encontrándose diferencias entre las distintas poblaciones. La interacción entre GM y poblaciones también fue significativa (Cuadro 1).

Cuadro 1. ANAVAs de efectos del GM y población sobre la productividad de soja y los componentes de rendimiento.

Efecto	Rendimiento	P.M.G	Nºgranos/chaucha	NºChaucha/planta	Pl/m <sup>2</sup>
-----p-valor-----					
GM	<b>0.0069</b>	<0.0001	ns	<b>0.0297</b>	ns
Población	ns	ns	ns	0.05	<0.0001
GM*Población	0.0289	ns	ns	ns	ns

El componente de rendimiento que explicó la diferencia en productividad entre los materiales fue el NºChauchas/planta 140 vs 120 para DM 6563 ipro y NS 5019 ipro respectivamente. Si bien el P.M.G también fue significativo, este estuvo a favor del material con menor productividad (142 gr vs 170 gr). El GM de ciclo más largo obtuvo un rendimiento de 3845 kg/ha que fue 17% superior al material de ciclo más corto (Figura 1).

La fase reproductiva (R3-R5) del material de ciclo corto, coincidió con un periodo de déficit hídrico que provocó un mayor número de abortos de chauchas respecto al otro material. Mientras tanto, en el cultivar DM 6563 ipro, al tener una fase reproductiva más tardía y amplia logró capitalizar una lluvia de 40 mm logrando un mayor Nºchauchas/planta, aunque de menor peso de grano.

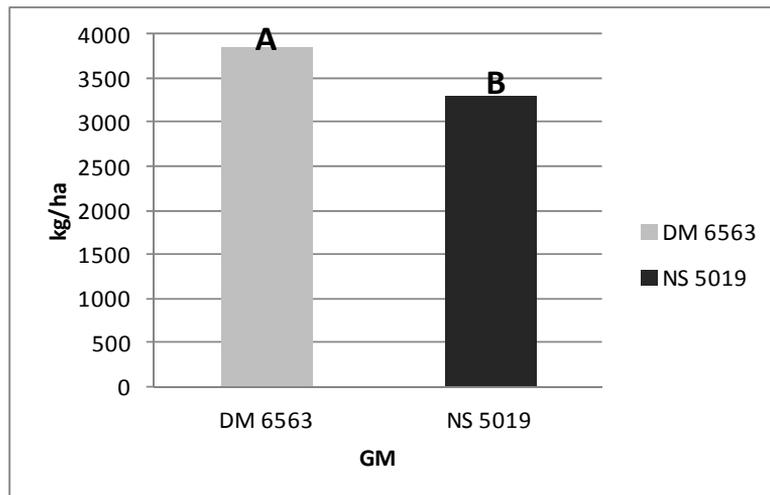


Figura 1. Efecto de los GM sobre el rendimiento en soja  
Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre rendimiento ( $p=0,05$ )

El comportamiento del GM de ciclo corto para la población más baja deprime su rendimiento respecto a las otras poblaciones y el otro material (Figura 2). Esto coincide con trabajos previos en estos ambientes donde se observó que poblaciones por debajo de las 25 pl/m<sup>2</sup> podrían afectar negativamente el rendimiento, particularmente en años extremos (Macedo *et al.*, 2014).

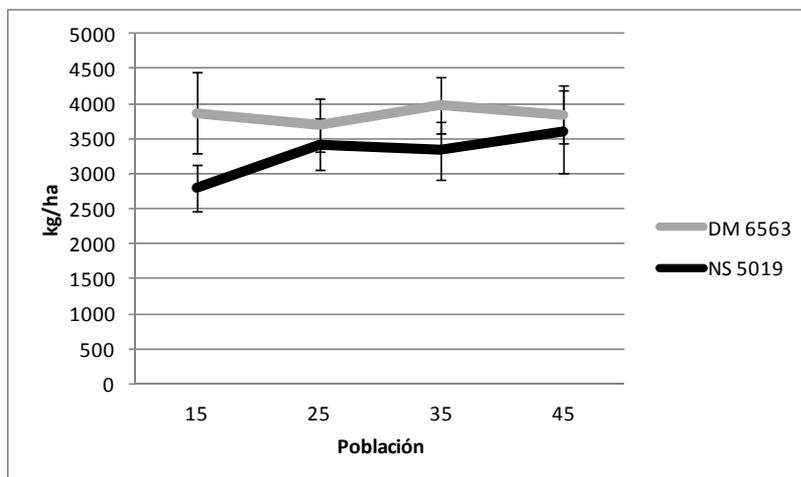


Figura 2. Efecto de los GM y población sobre el rendimiento en soja

## CONCLUSIONES

El potencial de rendimiento alcanzado en el experimento fue aproximadamente el doble que el obtenido a nivel comercial en una zafra climáticamente desfavorable, con exceso y déficit hídrico en etapas vegetativas y reproductivas respectivamente. Esto podría abrir nuevas líneas de investigación para explorar la brecha en rendimiento existente en estos ambientes y así alcanzar productividades comerciales promedio mayores a las actuales.

El uso de más de un cultivar con el fin de desfasar periodos críticos es una práctica de manejo recomendable a utilizar para disminuir riesgos en estos ambientes más limitados.

La utilización de poblaciones bajas puede impactar negativamente en la productividad en años puntuales

## BIBLIOGRAFÍA

**BORU, G., T. VANTOAJ, J. ALVES, D. HUA, and M. KNEE.** 2003. Responses of Soybean to Oxygen Deficiency and Elevated Root-zone CO<sub>2</sub> Concentration. *Annals of Botany*, 91: 447-453.

**CHEBATAROFF, N.; ZORRILLA, H.; FERREIRA, E.; GAGO, LIMA, R.; MIRABALLES, R.; GONNET, D.** 2002. Cultivos de alternativa en rotación con arroz. *Revista Plan Agropecuario* 103: 50-53

**DEAMBROSI, E.** 2009. 10 años de la Unidad de Producción Arroz-Ganadería. Serie Técnica 180. INIA.  
**MACEDO, I; CASTILLO, J; LUCAS, T; BONILLA, F; AMARAL, R; TERRA, J.** 2014. Ajustes a la población del cultivo de soja en suelos Arroceros. *Actividad de Difusión* 735. INIA Treinta y Tres. Cap. 9, p, 10-12.

**OOSTERHUIS, D.M. H.D. SCOTT, R.E. HAMPTON and S.D. WULLSCHLEGER,** 1990. Physiological response of two soybean [*Glycine max*, (L.)] cultivars to short term flooding. *Env. Exp. Bot.* 30:85-92.

## POTENCIAL PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE SOJA SIN LIMITANTES DE AGUA

S. Riccetto<sup>1</sup>, I. Macedo<sup>2</sup>, D. Gaso<sup>3</sup>, N. Saldain<sup>4</sup>, J. A. Terra<sup>5</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Riego, sistemas agrícolas, rendimiento.

### INTRODUCCIÓN

La soja es el principal cultivo agrícola y está integrado a sistemas de agricultura continua en siembra directa rotando predominantemente con trigo (eventualmente cebada) y ocasionalmente con maíz (en los mejores suelos) o sorgo. La predominancia del cultivo en la rotación ha generado un sistema de producción poco diversificado y vulnerable productiva y ambientalmente.

Los rendimientos medios nacionales han promediado aprox 2000 kg/ha durante una década, con un ligero incremento en las tres últimas zafras. Esto genera una fuerte dependencia del clima y los precios del grano en un escenario de costos en aumento que amenazan la sustentabilidad del sistema. En este sentido, es ampliamente conocida la gran vulnerabilidad y dependencia del rendimiento de la soja al régimen hídrico de cada zafra que determina una brecha importante entre los rendimientos comerciales y los rendimientos potenciales alcanzables (Ciampitti y García, 2009). En este sentido, los mayores impactos negativos sobre el rendimiento ocurren en los estadios de R3 a R5 (Pedersen, 2004)

Por tanto, es necesario disponer de tecnologías de manejo integrado del cultivo para incrementar la productividad y reducir la variabilidad ambiental del cultivo de soja. Esto incluye evaluar el comportamiento agronómico y el potencial productivo de distintos grupos de madurez y prácticas de manejo del cultivo de soja en ambientes edáficos y regímenes hídricos contrastantes.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se instalaron durante 3 zafras consecutivas (2012/13-2014/15) en los sitios de Treinta y Tres y La Estanzuela. El sitio de Treinta y Tres se encontraba sobre un Argisol Subéutrico con una pastura de lotus maku de 15 años la cual fue terminada en verano, nivelada con landplane y sembrada sin laboreo con raigrás en el otoño. Posteriormente, el raigrás fue terminado en setiembre para instalar los ensayos. En cada zafra, una vez cosechados los ensayos de soja se instalaron cultivos de cobertura en el período de invierno (trébol rojo y holcus o avena).

En cada localidad se instalaron dos experimentos idénticos, uno con riego suplementario por aspersión y otro sin riego. Cada experimento consistió en un arreglo factorial de 4 grupos de madurez (GM) de soja y 4 poblaciones. Los GM fueron: Nidera 5009, Relmo 5500 (fue sustituido por 5885 en la tercer zafra), Nidera 6126 y Don Mario 6.8i; mientras que las poblaciones objetivo (dens) consistieron en rango de 15-20 (15), 20-30 (25), 30-35 (35) y 40-45 (45) plantas m<sup>-2</sup>. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo de parcelas divididas con 4 repeticiones. En la parcela grande (20x20-m) se colocaron los GM, mientras que en las parcelas menores (5x20-m) se dispusieron las densidades.

El criterio de riego en Treinta y Tres consistió en la aplicación de una lámina semanal suplementaria de 8-20mm, permitida por el ala de riego, de forma de generar dos situaciones. El riego se realizó siempre y cuando las precipitaciones semanales no superaban los 30 mm durante el estado vegetativo o 40 mm durante la fase reproductiva del cultivo, o cuando se constataba que el contenido de agua en los primeros 45 cm del perfil se encontraba por debajo del 50% de la capacidad de almacenamiento de agua útil, que para este suelo es de unos 12mm/10cm de profundidad.

En cada zafra, la vegetación fue controlada con glifosato en mezcla con otros productos de manera de asegurar un barbecho de al menos 30-40 días previo a la siembra de los experimentos. La siembra directa se realizó entre el 14 y 18 de noviembre con una sembradora con sistema de distribución de semilla de placas con 6 líneas a 40 cm entre hileras. Todas las parcelas fueron fertilizadas con P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y N a la siembra con el criterio de cubrir la extracción de nutrientes para un rendimiento potencial de 4500 kg/ha. El fertilizante fue aplicado previo a la siembra (K<sub>2</sub>O) y el día de la siembra 50% en línea y 50% al voleo. El control de insectos, malezas y enfermedades subsiguientes se realizaron con el criterio de asegurar el control efectivo y minimizar las pérdidas de rendimiento por éstas.

<sup>1</sup> Ing. Agr., INIA Programa Arroz. [sriccetto@inia.org.uy](mailto:sriccetto@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr., INIA Programa Sustentabilidad Ambiental. [imacedo@tyt.inia.org.uy](mailto:imacedo@tyt.inia.org.uy)

<sup>3</sup> Ing. Agr., INIA Programa Cultivos de Secano. [dgaso@inia.org.uy](mailto:dgaso@inia.org.uy)

<sup>4</sup> Ph.D., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. [jterra@tyt.inia.org.uy](mailto:jterra@tyt.inia.org.uy)

Las determinaciones incluyeron la recuperación de plantas luego de emergencia, contenido de agua gravimétrico (0-30 cm), lamina de riego aplicada, estado fisiológico durante la estación de crecimiento, altura de planta, biomasa a R5, plantas a cosecha, componentes de rendimiento (n chauchas/planta, n granos/chaucha y peso de mil granos) y rendimiento con cosechadora experimental (5 hileras x 20 m).

Las respuestas agronómicas fueron evaluadas con modelos mixtos (PROC MIXED, SAS) (Littell *et al.*, 1996). Los años, regímenes hídricos, GM, densidades y sus interacciones fueron considerados como efectos fijos, mientras que los bloques fueron considerados como efectos aleatorios. Para determinar la significancia de los efectos fijos en todos los análisis se utilizó un test F con un P=0.05.

## RESULTADOS

### Caracterización climática de las 3 zafras.

Cuadro 1: Precipitaciones durante todo el ciclo del cultivo y radiación acumulada en el período reproductivo del cultivo.

	Precipitaciones (mm)			Radiación acumulada (cal cm <sup>-2</sup> )		
	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Total siembra- madurez	<b>618</b>	<b>539</b>	<b>517</b>			
Total vegetativo	320	206	356			
Total reproductivo	298	333	161	29629	23351	28210

Las tres zafras presentaron volúmenes de precipitaciones suficientes para cubrir la demanda de agua del cultivo (450-500 mm durante todo el ciclo). Sin embargo su distribución determinó que en la 3era zafra el cultivo sufiera un severo déficit hídrico por la falta de precipitaciones durante la etapa reproductiva (31%). El mayor déficit se dio durante la etapa crítica del cultivo (R3-R5) donde las precipitaciones aportaron solo 86 mm para el grupo de madurez más corto y 56 mm en el grupo de madurez más largo. En la 1er zafra se aplicaron 100 mm de riego en todo el ciclo del cultivo, distribuidos en 9 riegos (3 en la etapa vegetativa y 6 en la reproductiva). En la segunda zafra se aplicaron 33 mm en 4 riegos (2 en la etapa vegetativa y 2 en la etapa reproductiva). En la 3er zafra se aplicaron 100 mm en 8 riegos, todos en la etapa reproductiva del cultivo.

Desde el punto de vista climático la primer zafra fue la más favorable ya que el régimen hídrico fue el más propicio dado el volumen y distribución de las precipitaciones. Además presentó alta radiación acumulada durante el período reproductivo del cultivo, determinando el mayor potencial de rendimiento. Si bien la 3er zafra también registró los mayores valores de radiación durante la etapa reproductiva, las precipitaciones acumuladas durante el período crítico del cultivo fue claramente inferior al primer año y los riegos no lograron contrarrestar el déficit hídrico sufrido durante esta etapa.

### Resultados productivos

En el análisis conjunto de las 3 zafras se observaron efectos significativos del año, el régimen hídrico (RH) y de la interacción Año\*RH sobre el rendimiento de soja. También fueron significativas las interacciones entre GM\*Año, Año\*Dens, Año\*GM y RH\*Año\*GM\*Dens (p< 0.05).

En las dos primeras zafras no se registraron diferencias de rendimiento entre el experimento con riego suplementario y seco. Sin embargo en la zafra 2014-2015 el rendimiento del experimento con riego fue 38% superior al de seco (3755 vs 2715 kg ha<sup>-1</sup>).

Los siguientes cuadros muestran el rendimiento obtenido para los diferentes GM y poblaciones en cada situación hídrica.

Cuadro 2: Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) promedio de los 3 años de los experimentos con riego.

RIEGO	15 pl m <sup>-2</sup>	25 pl m <sup>-2</sup>	35 pl m <sup>-2</sup>	45 pl m <sup>-2</sup>	Media
N 5009	3538 Bc	3646 Abc	3815 Aab	3829 Aa	<b>3707</b>
RM 55	3541 Ba	3524 Aa	3517 Ba	3512 Ba	<b>3524</b>
N 6126	3757 ABa	3721 Aa	3688 ABab	3526 Bb	<b>3673</b>
DM 6.8	3877 Aa	3577 Ab	3702 ABb	3622 ABb	<b>3694</b>
<b>Media</b>	<b>3678</b>	<b>3617</b>	<b>3681</b>	<b>3622</b>	<b>3650</b>

\*letras diferentes difieren estadísticamente entre sí (p<0,05). Mayúsculas indican diferencias entre GM y minúsculas entre densidades.

El rendimiento promedio de los ensayos con riego suplementario fue de 3650 kg ha<sup>-1</sup>, que fue 200 kg superior al promedio de los experimentos de secano. Los mayores rendimientos en el experimento bajo riego se registraron en la primer y tercer zafra (3919 y 3755 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), siendo el promedio 17 % superior al rendimiento de la segunda zafra (3275 kg ha<sup>-1</sup>).

Los grupos de madurez presentaron diferente comportamiento para las 3 zafras. En la 1er zafra el mayor rendimiento lo obtuvieron los GM de ciclos más extremos (5.0 y 6.8); en la segunda zafra el menor rendimiento lo obtuvo el GM 6.8; y en la tercer zafra el menor rendimiento se registró en el GM 5.8.

El cuadro 2 muestra la interacción GM\*Dens, donde los GM más largos tendieron a rendir menos en poblaciones altas, mientras que el GM más corto rindió más a mayor densidad.

El experimento de secano presentó efectos significativos de la interacción Año\*GM\*Dens, por lo que los resultados de la interacción GM\*Dens se muestran para cada año.

**Cuadro 3: Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) de los experimentos de secano para las zafras 2012-2013, 2013-2014 y 2014-2015.**

SECANO	2012-2013					2013-2014				
	15 pl m <sup>-2</sup>	25 pl m <sup>-2</sup>	35 pl m <sup>-2</sup>	45 pl m <sup>-2</sup>	Media	15 pl m <sup>-2</sup>	25 pl m <sup>-2</sup>	35 pl m <sup>-2</sup>	45 pl m <sup>-2</sup>	Media
N 5009	4033 ABb	4163 Abab	4471 Aa	4449 Aa	<b>4279 ab</b>	3230 Ab	3597 ABa	3331 Bab	3332 Bab	<b>3373 b</b>
RM55	3972 Ba	4006 Ba	4042 Ba	4147 ABa	<b>4042 ab</b>	3483 Ab	3784 Aab	3934 Aa	3775 Aab	<b>3744 a</b>
N 6126	3781 Bc	4361 ABa	4096 ABab	3905 Bbc	<b>4036 b</b>	3398 Aa	3328 Ba	3384 Ba	3409 ABa	<b>3380 b</b>
DM6.8	4406 Aa	4462 Aa	4367 ABa	4376 Aa	<b>4403 a</b>	3336 Aab	3438 ABa	3256 Bab	3096 Bb	<b>3282 b</b>
<b>Media</b>	<b>4048 b</b>	<b>4248 a</b>	<b>4244 a</b>	<b>4220 a</b>	<b>4190 a</b>	<b>3362 b</b>	<b>3537 a</b>	<b>3476 ab</b>	<b>3403 ab</b>	<b>3444 b</b>

SECANO	2014-2015				
	15 pl m <sup>-2</sup>	25 pl m <sup>-2</sup>	35 pl m <sup>-2</sup>	45 pl m <sup>-2</sup>	Media
N 5009	3032 Aab	3191 Aa	3067 Aab	2857 Ab	<b>3037 a</b>
RM55	2589 Ba	2605 Ba	2418 Ba	2430 Ba	<b>2511 b</b>
N 6126	2933 ABa	2773 Bab	2776 ABab	2557 ABb	<b>2760 ab</b>
DM6.8	2614 Ba	2500 Ba	2556 Ba	2545 ABa	<b>2554 b</b>
<b>Media</b>	<b>2792 a</b>	<b>2767 a</b>	<b>2704 ab</b>	<b>2597 b</b>	<b>2715 c</b>

\*letras diferentes difieren estadísticamente entre sí (p<0,05). Mayúsculas indican diferencias entre GM y minúsculas entre densidades.

El rendimiento de soja de secano en cada zafra fue de 4190, 3444 y 2715 kg ha<sup>-1</sup>, los cuales difirieron estadísticamente entre sí. En la 1er zafra la población más baja afectó el rendimiento de los GM 5.5 y 6.8. El GM 5.0 tuvo mejor respuesta a densidades altas, mientras que el GM 6.1 obtuvo los mejores resultados en poblaciones intermedias. En la segunda zafra el mayor rendimiento lo obtuvo el GM 5.5. Las diferencias entre densidades no fueron tan claras en esta zafra, ya que las diferencias entre poblaciones fue escasa dado el bajo porcentaje de recuperación de plantas para las densidades más altas. En la 3er zafra los rendimientos tendieron a disminuir a mayores densidades (a excepción de los GM 5.8 y 6.8), y el mayor rendimiento se registró en el GM más corto. En este GM el período crítico logró escapar en parte al período de mayores deficiencias hídricas (tercer década de febrero- marzo).

## CONCLUSIONES

Dadas las condiciones climáticas, la primera zafra presentó el mayor potencial de rendimiento: el agua no fue limitante y se registró alta radiación durante el período reproductivo del cultivo lo que permitió concretar este potencial. En la segunda zafra, el agua no fue limitante pero fue la que presentó menor radiación y el cultivo se vio afectado por enfermedades a inicio de la fase reproductiva. En la tercer zafra el cultivo no logró alcanzar su potencial de rendimiento dadas las limitantes hídricas que se dieron durante los estadios reproductivos, incluso en el experimento regado. En esta zafra se revela el efecto positivo del riego suplementario en el cultivo, que logró un valor de productividad del agua de aproximadamente 10 kg de soja por mm aplicado.

## BIBLIOGRAFÍA

- CIAMPITTI I., y F. GARCÍA.** 2009. Manejo del cultivo de soja. In: Manual de Manejo del Cultivo de Soja. Editores: F. García, I. Ciampatti, I., y H. Baigorri. 2009. IPNI. 190pp.
- PEDERSEN, P.** 2004. Soybean Growth and Development. Iowa State University. 28 pp.

## RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE EL CONTROL DE ROYA ASIÁTICA DE LA SOJA MEDIANTE APLICACIONES MÚLTIPLES DE FOSFITO

M. N. Martínez<sup>1</sup>, H. Mateo<sup>2</sup>, F. Escalante<sup>3</sup>, S. Martínez<sup>4</sup>

**PALABRAS CLAVE:** fosfito de Cu, fosfito de K, fungicidas.

### INTRODUCCIÓN

Las condiciones particulares de suelo en la región este, con pobre drenaje interno, baja capacidad de almacenamiento de agua y baja fertilidad, y hacen suponer condiciones de vulnerabilidad para el cultivo de soja bajo determinadas condiciones climáticas. Estas condiciones provocan un ámbito particular para el desarrollo de enfermedades y es así que en las últimas zafras se han realizados trabajos tendientes a minimizar el efecto de estas en el cultivo de soja en la región Este.

Trabajos previos durante tres zafras indican que las enfermedades de fin de ciclo de soja, como *Cercospora kikuchii* y *Septoria glycines*, no son una limitante para el cultivo en la región y no impactan notoriamente en el rendimiento (Martínez y Escalante, 2013).

Sin embargo, en las últimas zafras la roya asiática de la soja ha incrementado su incidencia en la región y podría ser una limitante en determinadas condiciones.

La roya asiática, causada por *Phakopsora pachyrhizi*, es una de las principales enfermedades del cultivo de soja en Sudamérica. Su presencia fue reportada para Uruguay por primera vez en 2004 (Stewart et al., 2005), pero su importancia se ha visto incrementada en las últimas zafras debido a su aparición temprana en la temporada, principalmente en la región NE del país. En la zafra 2013/2014 se constató su presencia en un 80% de las chacras relevadas en el país y en un 100% de las chacras de la región centro, este y noreste (Stewart, 2014). La severidad alcanzó un rango de 0-75%, con las mayores severidades reportadas para el noreste (44%), y este (15%) del país (Stewart, 2014).

Evaluaciones previas sobre el control de enfermedades en soja con aplicaciones únicas de fosfitos solos o en mezcla con fungicidas, indicaron bajos o nulos niveles de control sin respuesta en rendimiento. En casos de mayor presión de enfermedades, caso de aparición temprana de roya, existe duda sobre el control y la respuesta en rendimiento para la situación de aplicaciones múltiples.

El objetivo de este trabajo fue evaluar medidas alternativas de control químico de roya asiática de la soja mediante la aplicación foliar de fosfitos en aplicaciones únicas o múltiples.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en un establecimiento comercial ubicado sobre Ruta Nacional 19 en la Séptima sección policial del Departamento de Treinta y Tres. Los suelos pertenecen a la Unidad Vergara grupo Coneat 4.1, datos de análisis de suelo se presentan en el Cuadro 1. Se realizó fertilización de pasturas posterior a realizar el análisis de suelos con 200 kg/ha de 10-22-25+4+5; y a la siembra con 100 kg/ha de KCl. La siembra se realizó el 19 de noviembre de 2014 con el cultivar A5900, donde se marcaron parcelas de 3 metros de ancho por 9 metros de largo, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Fueron realizados 9 tratamientos, incluidos los testigos, que consistieron en una a tres aplicaciones en diferente momento fenológico (V8-R3-R5) de fosfitos de cobre (2L/ha) y potasio (1,5L/ha), fungicida (Trifloxystrobin+Ciproconazole, 150 cc/ha) en R2 a R3 o cada 15 días desde V8 y testigo sin aplicación. Las aplicaciones del testigo tecnológico se realizaron junto con las aplicaciones de insecticidas, estas fueron dos aplicaciones en R2 y R3 para control de lagarta bolillera y chinche. Datos sobre los tratamientos se presentan en el cuadro 2.

<sup>1</sup> Tesista, Universidad de la Empresa.

<sup>2</sup> Ing. Agr., Técnico Privado.

<sup>3</sup> Téc. Agr., INIA, Programa Arroz.

<sup>4</sup> Ph.D., INIA, Programa Arroz. [smartinez@tyt.inia.org.uy](mailto:smartinez@tyt.inia.org.uy)

Cuadro 1. Resultados del análisis de suelo (Laboratorio LAAl).

Identificación	Fosforo Bray I (ppm P)	Nitrato (ppm N-NO3)	Potasio Int. (meq.K/100g)	Azufre (ppm S-SO4)
Séptima Soja 1	5	4	0.19	8
Séptima Soja 2	5	8	0.16	7
Séptima Soja P3	5	9	0.19	10
Séptima Soja Bajos	4	5	0.17	7

Cuadro 2. Tratamientos realizados, momentos de aplicación, principios y dosis.

Número	Tratamientos	Momentos	P. A.	Dosis
1	Testigo s/aplicación	-	-	-
2	Testigo Tecnológico	R2-R3	Ciproconazol+ Trifloxiestrobina	150 cc/ha
3	Protección Total	C/15 días	Ciproconazol + Trifloxiestrobina	150 cc/ha
4	Fosfito de K	V8+R3+R5	Fosfito de K	1,5 L/ha
5	Fosfito de K	R3+R5	Fosfito de K	1,5 L/ha
6	Fosfito de K	R5	Fosfito de K	1,5 L/ha
7	Fosfito de Cu	V8+R3+R5	Fosfito de Cu	2 L/ha
8	Fosfito de Cu	R3+R5	Fosfito de Cu	2 L/ha
9	Fosfito de Cu	R5	Fosfito de Cu	2 L/ha

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los tratamientos redujeron significativamente la incidencia de roya en la porción superior ( $p < 0,0001$ ) (datos no mostrados) y total ( $p = 0,0006$ ) con respecto al testigo sin tratar. El mejor control se logró con tres aplicaciones de fosfito de K (en V8, R3 y R5) y los testigos químicos, tanto el tecnológico con una aplicación en R2-R3, como el tratamiento de protección total con aplicaciones cada 15 días desde V8 (Figura 1). No se encontraron diferencias significativas para la incidencia en los tratamientos con fosfito de Cu (Figura 1). Los tratamientos de 1 a 2 aplicaciones de fosfito de K y los de fosfito de Cu, no lograron reducir la incidencia total con respecto al testigo tecnológico, pero lograron una reducción significativa de la incidencia con respecto al testigo sin aplicación (Figura 2).

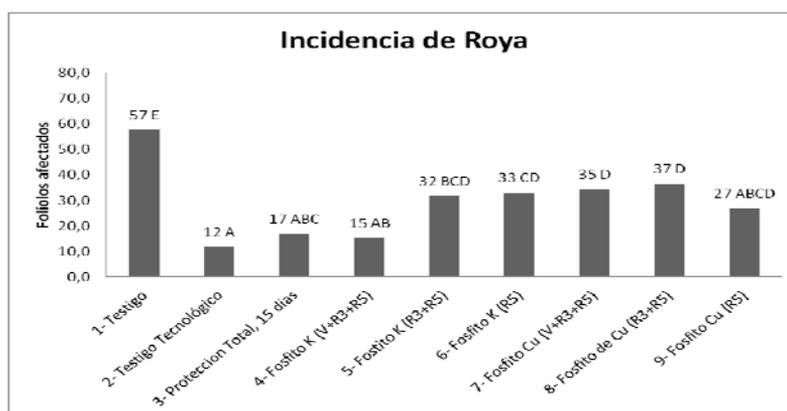


Figura 1. Incidencia total de roya asiática según tratamiento.

Fueron encontradas diferencias estadísticas significativas para rendimiento ( $p = 0,0001$ ) entre los tratamientos realizados. Los mayores rendimientos en kilogramos se obtuvieron con los tratamientos de tres aplicaciones de fosfito de K, seguido de los testigos químicos y dos a tres aplicaciones de fosfito de cobre (Figura 2). Todos los tratamientos, excepto una aplicación de fosfito de K, tuvieron rendimientos significativamente mayores que el testigo sin aplicación. Los tratamientos con 2 a 3 aplicaciones de fosfito obtuvieron rendimientos similares al testigo tecnológico.

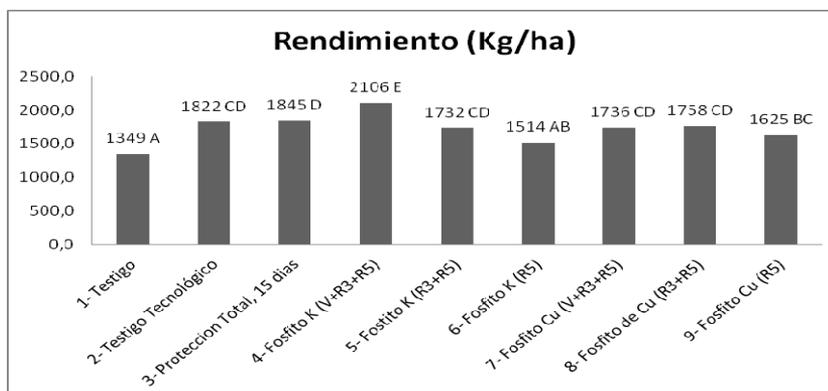


Figura 2. Rendimientos en Kg/ha para los tratamientos realizados.

## CONCLUSIONES

Esta es una evaluación preliminar sobre el control de roya asiática mediante el uso de fosfitos de K y Cu en aplicaciones únicas o múltiples. En ensayos previos, una sola aplicación de fosfito de K no había logrado un efecto notorio sobre el control de roya y el rendimiento (obs. personal). Trabajos similares realizados recientemente en Brasil indican una bajada de la severidad de roya asiática sin aumento de rendimiento para situaciones de mayor presión de la enfermedad (Da Silva Neves *et al.*, 2014; De Oliveira *et al.*, 2015).

En la pasada zafra, la aparición temprana de roya en la zona parece haber afectado la presión de esta enfermedad sobre el cultivo y la respuesta en rendimiento en algunas situaciones en que se redujo el número de pústulas y folíolos afectados.

Nuevas evaluaciones, en otras condiciones de clima y cultivo, permitirán concluir sobre la viabilidad económica de las aplicaciones múltiples de fosfitos para el control de roya asiática en casos de alta presión de la enfermedad.

## BIBLIOGRAFÍA

**DA SILVA NEVES, J.; BASSAY BLUM, L.E.** 2014. Influencia de fungicidas e fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. *Revista Caatinga* 27(1): 75-82.

**DE OLIVEIRA, G.M.; PEREIRA, D.D.; DE CAMARGO, L.C.M.; ABI SAAB, O.J.G.** 2015. Fosfito e silicato de potássio no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd). *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 10(1): 60-65.

**MARTÍNEZ, S.; ESCALANTE, F.** 2013. Efecto de fungicidas y momento de aplicación en las enfermedades de fin de ciclo y rendimiento en soja. *Treinta y Tres: INIA. Capítulo 9, p. 13-15* (Serie Actividades de Difusión 713)

**STEWART, S.; GUILLIN, E.A.; DIAZ, L.** 2005. First Report of Soybean Rust Caused by *Phakopsora pachyrhizi* in Uruguay. *Plant Disease* 89(8): 909.

**STEWART, S.** 2014. ¿Qué le pasó a la soja esta zafra? Las enfermedades y sus consecuencias. *Treinta y Tres: INIA. Capítulo 9, p. 25.* (Serie Actividades de Difusión 735)

Agradecemos la colaboración del Ing. Agr. Javier Sánchez (Fertium Expertia Uruguay) y del Ing. Agr. Guzmán Moreira para la realización de este trabajo.

## ¿QUÉ OPCIONES DE CULTIVOS DE COBERTURA SE DISPONEN PARA INTEGRAR A LOS ESQUEMAS AGRÍCOLAS EN LA REGIÓN ESTE?

E. Barrios<sup>1</sup>, W. Ayala<sup>2</sup>, I. Macedo<sup>3</sup>, J. Terra<sup>4</sup>

**PALABRAS CLAVE:** Puentes verdes, soja, sorgo

### INTRODUCCIÓN

Dentro de lo que ha representado el impulso agrícola para el país y la región Este en los últimos años, el desarrollo de alternativas que permitan un uso racional de los recursos naturales ha sido priorizado fuertemente. Es así, que dentro de las líneas de investigación que se llevan adelante por parte de los Programas Nacionales de Investigación en Cultivos de Secano y Producción y Sustentabilidad Ambiental de INIA, se ha buscado evaluar la inclusión de alternativas de coberturas en secuencias agrícolas, en particular asociadas a rotaciones con el cultivo de soja, buscando reducir los impactos que el uso intensivo del suelo puede generar. En la región Este se desarrolló un proyecto a tres años a partir de 2012, con el objetivo principal de evaluar la adaptación de diferentes especies a utilizar como cultivo de cobertura, métodos de establecimiento y sus efectos en los rendimientos de cultivos de verano para grano (soja y eventualmente sorgo) subsiguiente. El objetivo de esta entrega es presentar un resumen de tres años de información generados en la Unidad Experimental Palo a Pique, a los efectos de aportar elementos que contribuyan a la toma de decisiones a nivel de esquemas agrícolas y agrícola-ganaderos de la zona Este.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se presenta la información del sitio ubicado en la Unidad Experimental Palo a Pique, donde se evalúa la producción global de diferentes opciones de cobertura (especies, Cuadro 1) en dos momentos y dos métodos de siembra (al voleo antes de la cosecha del cultivo y siembra en líneas luego de la misma). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar (RCB) con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Los tratamientos se repitieron siempre sobre las mismas parcelas para evaluar efectos acumulativos. El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SAS (versión 9.4).

### Determinaciones

Se determinó disponibilidad de forraje y cobertura vegetal a lo largo del ciclo; composición botánica; contenido de N en planta y otros nutrientes de interés; contenido de agua y nutrientes en el suelo (C, N, propiedades físicas). En la primavera de cada año, se aplicó herbicida sobre los cultivos de cobertura y se estableció un cultivo de grano (soja DM 6.2 en 2012-2013, DM IPRO 5958 en 2013-2014; sorgo granífero Pioneer 8419 en 2014-2015) para evaluar su producción. La información que se presenta resume la producción de biomasa de los cultivos de cobertura y la producción de grano de los cultivos de soja y sorgo granífero.

Cuadro 1. Lista de especies, cultivares, procedencia y densidad de siembra utilizada.

Especie	Cultivar	Origen	Densidad de siembra (kg/ha)
<i>Trifolium vesiculosum</i>	Sagit (Glencoe EC1)	INIA	10
<i>Trifolium alexandrinum</i>	INIA Calipso	INIA	18
<i>Trifolium subterraneum</i>	Goulburn (2012),	Wrightston Pas	10
<i>Trifolium subterraneum</i>	Bindoon (2013, 2014)	Wrightston Pas	10
<i>Trifolium resupinatum</i>	LE 90-33	INIA	8
<i>Vicia sativa</i>	Barril (2012, 2013)	Fertiprado	45
<i>Vicia villosa</i>	Haymaker (2014)	Fertiprado	45
<i>Raphanus sativus</i>	Brutus	Agritec – Euro Grass	14
<i>Raphanus sativus</i>	Reset	Agritec – Euro Grass	14
<i>Raphanus sativus</i>	CCS-779	USA	14
<i>Lolium multiflorum</i>	INIA Cetus	INIA	15
<i>Avena strigosa</i>	Calprose Azabache	Calprose	100
<i>Lupinus luteus</i>	Cárdiga	Fertiprado	100 (2012, 2013), 70 (2014)
<i>Lupinus luteus</i>	Mister (2014)	Fertiprado	70

<sup>1</sup> Téc. en Prod. Animal. INIA. Programa Pasturas y Forrajes. [ebarrios@inia.org.uy](mailto:ebarrios@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ph.D. INIA. Programa Pasturas y Forrajes. [wayala@inia.org.uy](mailto:wayala@inia.org.uy)

<sup>3</sup> Ing. Agr. INIA Programa Sustentabilidad Ambiental. [imacedo@inia.org.uy](mailto:imacedo@inia.org.uy)

<sup>4</sup> Ph.D. INIA Programa Sustentabilidad Ambiental [jterra@inia.org.uy](mailto:jterra@inia.org.uy)

El potrero tiene una historia de mejoramiento sobre campo natural, donde se estableció un cultivo de soja en la primavera de 2011. Previo a la siembra se realizó un análisis de suelo que presentó 8 ppm de fósforo (Met. ácido cítrico), 1,9 meq Mg/100 g y 0,30 meq K/100 g, y se fertilizó con 100 kg/ha de Hyperfos (0-14/29-0). La siembra al voleo se realizó el 19/4/2012, para todos los materiales con excepción de *Vicia sativa* y *Raphanus sativus* CCS-779 (sembrados el 26/4/2012 y el 30/4/2012, respectivamente). La siembra en líneas se realizó el 9/5/2012. En base a la disponibilidad de semilla de *Lupinus luteus* fue incluido únicamente en la siembra en líneas. Para ambas situaciones se incluye un testigo sin incorporación de ninguna especie. El cultivo de soja posterior fue sembrado el 28/12/2012 y se cosechó el 30/05/2013.

En 2013, los cultivos de cobertura se sembraron el 10/4/2013 para el método al voleo y el 13/6/2013 para la siembra en líneas. Por su parte, la siembra de soja se realizó el 1/12/2013 y la cosecha entre el 22 y 24/4/2014.

En 2014, las coberturas se sembraron al voleo el 4/4/2014, con excepción de *Vicia villosa* y *Lupinus luteus* (sembrados el 14/4/2014 y 13/5/2014 respectivamente) y en líneas el 15/5/2014. Dada la limitación en disponibilidad de semilla de *Lupinus luteus* se utilizaron dos cultivares (Cárdiga y Mister), de forma de completar todas las parcelas experimentales. El cultivo de sorgo se sembró el 18/12/2014 y se cosechó el 21/4/2015.

## RESULTADOS

### Producción de los cultivos de cobertura

En el primer año, la producción de forraje acumulada de los cultivos de cobertura al 25/9/2012 no mostró diferencias significativas entre métodos de siembra, aunque sí se detectaron diferencias entre los materiales evaluados. La interacción método x especie no resultó significativa. Los materiales más productivos resultaron ser *Raphanus sativus* Brutus y *Avena strigosa* Calprose Azabache, superando las 8 t/ha de MS en el período considerado (Cuadro 2, Terra *et al.*, 2013).

Cuadro 2. Producción acumulada de forraje (MS especie pura, kg/ha) de los cultivos de cobertura para dos métodos de siembra, evaluados en la Unidad Experimental Palo a Pique para las zafra 2012-2013, 2013-2014 y 2014-2015.

Cultivos de cobertura	2012-2013	2013-2014		2014-2015	
	Promedio (voleo-línea)	Voleo	Líneas	Voleo	Líneas
<i>Raphanus sativus</i> Brutus	8557 a	3942 bcde	2304 fghij	2140 cdef	1648 efghi
<i>Raphanus sativus</i> Reset	6236 b	4286 bc	2577 fghi	1060 k	1177 hijk
<i>Raphanus sativus</i> CCS-779	6194 b	4020 bcd	2825 efgh	1016 k	1608 efghijk
<i>Lolium multiflorum</i> INIA Cetus	5381 bc	4667 b	2101 fghij	2971 a	1833 defghij
<i>Avena strigosa</i> CALPROSE Azabache	8885 a	4531 bc	2293 defg	2451 abcd	3172 a
<i>Trifolium vesiculosum</i> Sagit (Glencoe EC1)	2782 de	2222 fghij	1462 ij	1822 defghij	1923 defghi
<i>Vicia sativa</i> Barril	2508 e	3397 cdef	1825 hij	2075 cdefg	--
<i>Vicia villosa</i> Haymaker	--	--	--	--	2728 abc
<i>Trifolium resupinatum</i> LE 90-33	3282 de	1881 fghij	1360 ij	1571 efghijk	1715 efghij
<i>Lupinus luteus</i> Cárdiga	7581	7281 a	2088 fghij	2637	4081
<i>Lupinus luteus</i> Mister	--	--	--	1148	1243
<i>Trifolium alexandrinum</i> INIA Calipso	4246 cd	2896 defgh	2346 fghij	2019 cdefgh	2879 ab
<i>Trifolium subterraneum</i>	2320 e	2261 fghij	1908 fghij	1077 jk	1084 ijk
Testigo	2709 de	1848 fghij	1608 ij	2107 cdefg	1923 defghi
<b>Al voleo</b>	4996	3621		1849	
<b>En línea</b>	4659		2058		1989
<b>Método de Siembra</b>	0,3188	<0,0001		0,2147	
<b>Especie</b>	<0,0001	<0,0001		<0,0001	
<b>Método de Siembra x Especie</b>	0,6613	<0,0001		0,0079	

Nota: No se incluyó en el análisis a *Lupinus luteus* en 2012-2013 ni en 2014-2015. En la zafra 2012-2013 el cultivar de *Trifolium subterraneum* usado fue Goulburn y en 2013-2014 Bindoon. Letras diferentes muestran diferencias entre cultivos de cobertura dentro de cada zafra (MDS 5%).

Por su parte, en el segundo año se registró para la producción de forraje acumulada al 2/10/2013 una interacción significativa ( $p < 0,0001$ ) método x especie, por lo que la información se presenta desagregada para cada método (Cuadro 2). En promedio, las diferencias entre métodos mostraron que la siembra al

voleo fue 76% superior a la siembra en líneas, asociado esto a las condiciones climáticas propias de la época del año que determinaron un retraso en la siembra en líneas, lo que penalizó el rendimiento al momento de quemar la cobertura. La producción de Lupino resultó destacada en siembra al voleo y muy superior a la siembra en líneas, lo que refuerza la importancia de la época en que se siembra para lograr altas acumulaciones de forraje. Los materiales del género *Raphanus*, Avena y Raigrás siguen manteniendo un comportamiento destacado. En general se observó un comportamiento aceptable de todos los materiales en siembras al voleo. El hecho de esperar a cosechar para luego realizar una siembra directa no resulta una ventaja productiva, sumado al incremento en costos que esta técnica implica y la oportunidad limitada en fechas de siembra tempranas en el caso de otoños lluviosos.

De la misma manera que en el segundo, en el tercer año de evaluación, se registró para la producción de forraje acumulada al 24/9/2014 una interacción método x especie significativa ( $p=0,0079$ ), por lo que la información se presenta desagregada por método (Cuadro 2). En general los rendimientos fueron los más bajos en la serie de años evaluada. En la siembra al voleo se destaca el comportamiento de Raigrás y Avena, mientras que para la siembra en líneas Avena, *Vicia villosa* y *Trifolium alexandrinum*. Los resultados observados para los cultivares de *Lupinus*, muestran en forma preliminar diferencias importantes en producción a favor del cultivar Cárdiga.

### Producción de grano

La producción del cultivo de soja subsiguiente no mostró diferencias significativas como consecuencia de los diferentes manejos previos o sus interacciones (método, especie o método x especie) en las zafras 2012-2013 y 2013-2014; siendo el rendimiento de grano 2652 y 2977 kg/ha, respectivamente (Cuadro 3). En la zafra 2013-2014 se observó el desarrollo generalizado de enfermedades a nivel del cultivo, particularmente la ocasionada por el hongo *Cadophora gregata* (S. Stewart *com. pers.*) causante del tallo marrón, con impactos importantes en el rendimiento.

En la zafra 2014-2015 el rendimiento en grano de sorgo fue de 4888 kg/ha en promedio. No se detectaron diferencias entre los métodos de siembra de los cultivos de cobertura, aunque sí se registraron diferencias en el rendimiento como consecuencia de los cultivos de cobertura. Sin embargo, no se detecta un patrón de respuesta claro de las diferencias (Cuadro 3).

Cuadro 3. Producción de grano de soja en las zafras 2012-2013 y 2013-2014 y de sorgo granífero en la zafra 2014-2015 sobre diferentes antecesores y métodos de siembra.

Cultivo de cobertura antecesor	Soja (kg/ha)		Sorgo granífero (kg/ha)
	Zafra 2012-2013	Zafra 2013-2014	Zafra 2014-2015
<i>Raphanus sativus</i> Brutus	2690	2792	5219 a
<i>Raphanus sativus</i> Reset	2537	2967	5288 a
<i>Raphanus sativus</i> CCS-779	2537	3077	4945 abcd
<i>Lolium multiflorum</i> INIA Cetus	2742	2975	5095 abc
<i>Avena strigosa</i> CALPROSE Azabache	2750	2895	5098 abc
<i>Trifolium vesiculosum</i> Sagit (Glencoe EC1)	2743	3147	4550 bcde
<i>Vicia sativa</i> Barril	2672	3014	--
<i>Vicia villosa</i> Haymaker	--	--	4505 cde
<i>Trifolium resupinatum</i> LE 90-33	2614	2886	4266 e
<i>Lupinus luteus</i>	2648	2813	5014 abc
<i>Trifolium alexandrinum</i> INIA Calipso	2803	3020	5171 a
<i>Trifolium subterraneum</i>	2569	3235	4390 de
Testigo	2509	2903	5114 ab
<b>Al voleo</b>	2655	2892	4948
<b>En línea</b>	2648	3062	4828
<b>Método de Siembra</b>	0,9084	0,1005	0,3256
<b>Especie</b>	0,3463	0,3673	0,0040
<b>Método de Siembra x Especie</b>	0,6398	0,9248	0,2624
<b>Media del ensayo (kg/ha)</b>	2652	2977	4888
<b>MDS (cultivo de cobertura, kg/ha)</b>	--	--	596

Nota: En la zafra 2012-2013 el cultivar de *Trifolium subterraneum* usado fue Goulburn y en 2013-2014 Bindoon. Los datos de *Lupinus luteus* son en base al cv. Cárdiga en 2012-2013 y 2013-2014 y a un promedio de los cvs. Cárdiga y Mister en 2014-2015. Letras diferentes muestran diferencias dentro de cada zafra (MDS 5%).

## CONCLUSIONES

En base a la información generada en los tres años es posible observar:

### *Performance de los cultivos de cobertura*

- En general, la avena negra, el raigrás y los cultivares del género *Raphanus* muestran siempre un comportamiento destacado por la acumulación de biomasa lograda, aunque estos últimos pueden verse afectados mayormente por años lluviosos.
- *Lupinus* aparece como una opción a ser estudiada más en profundidad ya que presenta una performance productiva destacada en los años evaluados, observándose diferencias importantes entre cultivares.
- Las leguminosas no se destacan en sus niveles de producción, determinado en gran parte por una falta de alternativas precoces o de producción temprana de forraje.

### *Método de establecimiento de los cultivos de cobertura*

- En términos generales, los cultivos de cobertura se adaptaron a ambas modalidades de siembra, destacándose la oportunidad de siembra al voleo anticipada a la cosecha del cultivo de verano, permitiendo un período de crecimiento más extendido, mayores oportunidades de siembra en caso de otoños lluviosos y menores costos por labores de siembra. El ciclo de la variedad de soja, fundamentalmente lo que tiene que ver con el momento de la caída de sus hojas, estará interactuando en las condiciones de humedad y luminosidad para el establecimiento de las coberturas.

### *Rendimiento de los cultivos de soja y sorgo*

- El rendimiento del cultivo de soja no fue afectado por el antecesor usado como cultivo de cobertura en ninguno de los dos años evaluados.
- El rendimiento del cultivo de sorgo mostró diferencias como consecuencia del cultivo antecesor, aunque no se manifiesta un patrón de respuesta claro en función de la cobertura previa.

### *Desafíos*

- En base a los rendimientos de forraje evaluados, se abren oportunidades para algunos cultivos de cobertura pensando en integrar al sistema la utilización oportuna del forraje con animales, sin perder de vista los fines por los que las coberturas son sembradas. La elección de la categoría animal será determinante para evitar el pisoteo y compactación que puedan provocarse en el suelo y las consecuencias en el cultivo de grano posterior. Asimismo, tratando de generar una adecuada cama de siembra, se debe considerar el forraje remanente post-pastoreo que se deja para ser quemado. La falta de efectos claros en la producción de grano no debe minimizar el rol de los cultivos de cobertura, ya que posiblemente en suelos con mayor historia agrícola que el evaluado, los aportes de las coberturas, ya sea a través de captura y/o aporte de nutrientes o mejora de propiedades físicas del suelo, tengan consecuencias favorables. Finalmente, este trabajo permite seleccionar algunos cultivos de cobertura a los efectos de seguir avanzando en investigaciones que integren la producción animal a los esquemas agrícolas.

## AGRADECIMIENTO

A las Empresas Agritec, Fertiprado y Wrihston Pas y Erro por proveernos algunos materiales para la evaluación.

## BIBLIOGRAFÍA

**J. TERRA, W. AYALA, G. CANTOU, E. BARRIOS, G. CARDOZO.** 2013. Cultivos de cobertura en esquemas agrícolas: resultados preliminares. Serie de actividades de difusión 713. Cap. 9. 4p.

## MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE SOJA EN SISTEMAS DEL ESTE DEL PAÍS

D. Gaso<sup>3</sup>, I. Macedo<sup>2</sup>, S. Riccetto<sup>3</sup>, J. Terra<sup>4</sup>

**PALABRAS CLAVE:** rendimiento, población, grupos de madurez

### INTRODUCCIÓN

La soja es el principal cultivo en los sistemas agrícolas del país. En los últimos años el cultivo se ha incorporado a los sistemas de rotación con arroz. Sumado a los márgenes que tuvo el cultivo en la última década, la participación de la de soja en los sistemas de rotación arroceros tiene una serie de ventajas desde el punto de vista de la logística y rotación del sistema. Esta podría contribuir a la reducción de algunos costos y mejora en aspectos agronómicos relacionados a la preparación de suelos y control de malezas mejorando la productividad y rentabilidad

La incorporación del cultivo a un sistema totalmente diferente al que se encuentra típicamente en la zona tradicional, sobre suelos con problemáticas diferentes, genera demanda de información para optimizar el manejo del cultivo en estos sistemas. Los principales aspectos de manejo que se priorizaron en este trabajo fueron: el comportamiento de los grupos de madurez (GM) y la respuesta de ciclos contrastantes del cultivo a la densidad de plantas utilizada.

El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de GM contrastantes y la respuesta a la población de plantas en ambientes del este del país: suelos de lomadas y suelos bajos que se encuentran en rotación con arroz.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En las últimas tres zafas se instalaron una serie de experimentos sobre un suelo Argisol Subéutrico de la Unidad Vergara (localidad INIA Treinta y Tres) y sobre suelos bajos que se encontraban en rotación con arroz (localidad Charqueada, Rincón, Río Branco, Séptima baja). Las variables de manejo del cultivo que se evaluaron fueron: el comportamiento de diferentes GM y la respuesta a la población de plantas. Se generaron nueve ambientes, dados por la combinación de año y suelo. Se evaluaron seis ambientes sobre suelos arroceros y tres en suelos de lomadas.

Los experimentos que evaluaron el comportamiento de los GM y las poblaciones consistieron en un arreglo factorial de grupos de madurez (GM) de soja y 4 poblaciones. Se utilizaron GM de ciclos precoces (como el material Nidera 5009) hasta largos (como DON MARIO 6.8i). Las poblaciones objetivo consistieron en 15, 25, 35 y 45 plantas/m<sup>2</sup>. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo de parcelas divididas con 4 repeticiones. En la parcela grande se colocaron los GM, mientras que en las parcelas menores se dispusieron las densidades. En los experimentos donde se evaluaron los GM en suelos de bajos tuvieron un diseño completo al azar con 2 repeticiones.

En la totalidad de los experimentos se realizó control de los agentes bióticos reductores del rendimiento (malezas, insectos, enfermedades). En los experimentos instalados sobre el suelo Argisol (en INIA Treinta y Tres) se realizó fertilización a la siembra utilizando los niveles críticos para cada nutriente. Los experimentos instalados en sistemas arroceros recibieron la misma fertilización que realizó el productor a la chacra.

### RESULTADOS

#### Distribución de las precipitaciones en las últimas 3 zafas

Las últimas tres zafas de cultivos de verano tuvieron patrones diferentes desde el punto de vista de la distribución de las precipitaciones. Mientras en las zafas 2012-13 y 2014-15 más del 50% de las lluvias ocurrieron entre los meses de octubre a diciembre, donde se ubica principalmente los estadios

<sup>1</sup> Ing. Agr., INIA Programa Cultivos de Secano. [dgaso@inia.org.uy](mailto:dgaso@inia.org.uy)

<sup>2</sup> Ing. Agr., INIA Programa Sustentabilidad Ambiental. [imacedo@tyt.inia.org.uy](mailto:imacedo@tyt.inia.org.uy)

<sup>3</sup> Ing. Agr., INIA Programa Arroz. [sriccetto@inia.org.uy](mailto:sriccetto@inia.org.uy)

<sup>4</sup> Ph.D., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. [jterra@tyt.inia.org.uy](mailto:jterra@tyt.inia.org.uy)

vegetativos del cultivo; en la zafra 2013-14 hubo mayor proporción de precipitaciones entre los meses de enero a marzo.

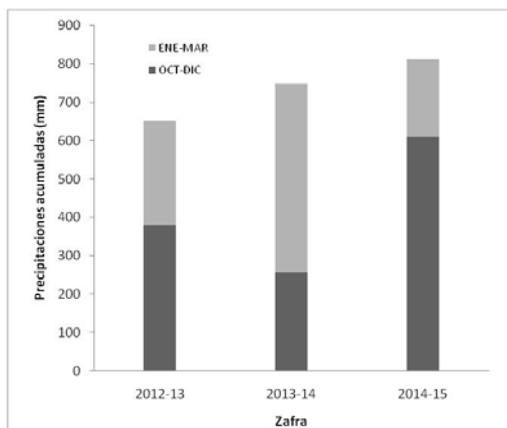


Figura 1. Precipitaciones acumuladas en la estación de INIA Treinta y Tres

En la región este del país y principalmente en los suelos arroceros, la ocurrencia de altos volúmenes de lluvias durante los meses de la primavera, cuando se está implantando el cultivo es un aspecto relevante para la implantación del cultivo. Dichos suelos se caracterizan por pobre drenaje superficial, que en conjunto con la sensibilidad de la soja al exceso hídrico conduce a que los coeficientes de logro sean típicamente bajos.

### Respuesta del cultivo a la población de plantas

En siete de los nueve ambientes donde se evaluó la respuesta a la población de plantas (combinación de tres zafras y cinco localidades) no se constató diferencias significativas a dicha variable. En algunos ambientes se observó una tendencia de respuesta positiva del rendimiento al incremento de la población de plantas. Únicamente en el sitio de Rincón en el 2014 se encontró respuesta significativa. En el caso del sitio Rincón 2014 también se encontró beneficio en el rendimiento por el acercamiento entre hileras a 19cm utilizando una población intermedia de 35pl/m<sup>2</sup> (Figura 2).

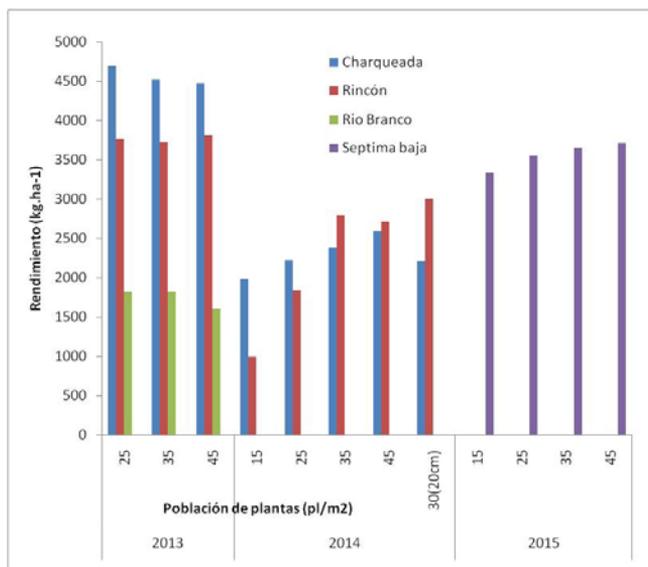


Figura 2. Rendimiento alcanzado según población objetivo, año y sitio experimental sobre los suelos bajos de los sistemas arroceros.

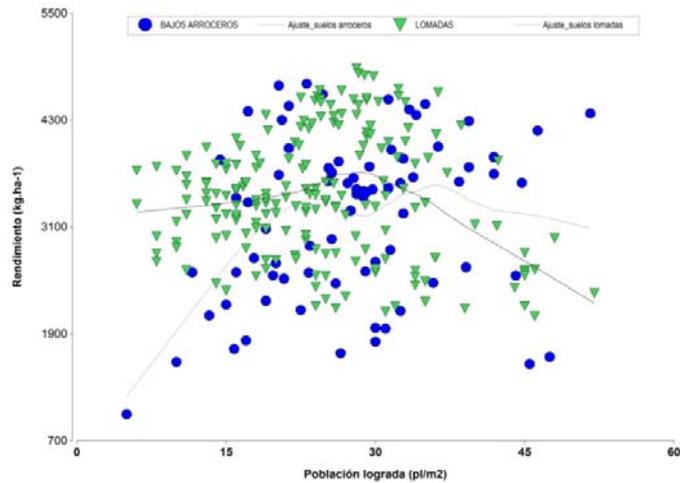


Figura 3. Rendimiento alcanzado según población lograda para los sitios localizados en suelos de bajos y lomadas.

En situaciones como son los suelos bajos de los sistemas arroceros, donde el cultivo muestra limitantes al crecimiento tanto por la ocurrencia de períodos prolongados de hipoxia (cuando ocurren precipitaciones intensas) o deficiencias hídricas, la capacidad del cultivo de expresar la compensación es muy limitada por el bajo crecimiento del mismo. Por esta razón típicamente se observa la situación de pobre crecimiento del cultivo, alcanzando el estadio de inicio de llenado de granos (R5) con baja ramificación y pobre cobertura del suelo.

Cuadro 1. Rendimiento por población y por GM en las tres zafras de evaluación en la localidad INIA Treinta y Tres.

Año 2013					
GM/Población	22	32	42	52	Media
NA 5009	4009	4139	4442	4449	4260 A
RM 5500	3971	3981	4042	4146	4035 A
NS 6126	3780	4266	4228	3905	4045 A
DM 6.8	4204	4462	4282	4376	4331 A
<b>Media</b>	<b>3991 A</b>	<b>4112 A</b>	<b>4248 A</b>	<b>4219 A</b>	
Año 2014					
GM/Población	15	25	35	45	Media
NA 5009	3229	3597	3331	3332	3372 B
RM 5500	3483	3784	3933	3775	3744 A
NS 6126	3397	3328	3384	3409	3379 B
DM 6.8	3336	3437	3256	3095	3281 B
<b>Media</b>	<b>3361 A</b>	<b>3536 A</b>	<b>3476 A</b>	<b>3403 A</b>	
Año 2015					
GM/Población	15	25	35	45	Media
NA 5009	3069	3191	3067	3047	3093 A
RM 5500	2588	2605	2586	2430	2552 B
NS 6126	2933	2772	2776	2557	2759 B
DM 6.8	2614	2500	2555	2544	2553 B
<b>Media</b>	<b>2801 A</b>	<b>2767 A</b>	<b>2746 A</b>	<b>2644 A</b>	

## Evaluación del comportamiento de los GM en sistemas arroceros

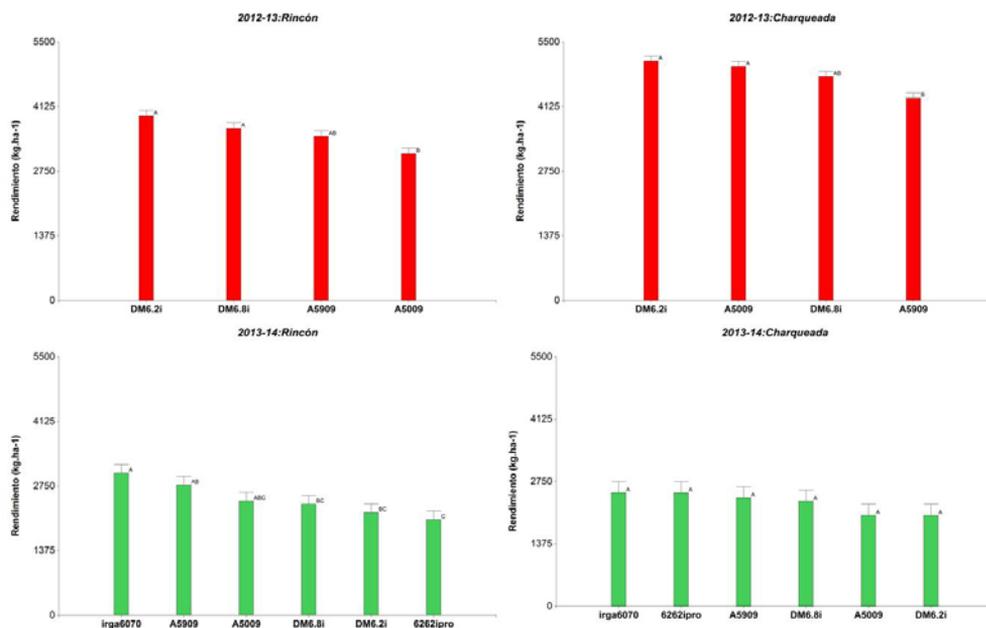


Figura 4. Rendimiento por material en las dos localidades evaluadas en las zafras 2012-13 y 2013-14.

Si bien los materiales más precoces tienen menor oportunidad de compensar el bajo crecimiento que ocurre en algunos períodos, no se constató desventajas de estos ciclos en el rendimiento logrado respecto a los materiales más largos. El material con tolerancia al exceso hídrico (IGRA 6070) mostró una tendencia a mayor rendimiento, pero no se diferenció significativamente del resto de los materiales.

## CONCLUSIONES

- Si bien solo en algunas situaciones puntuales se constató respuesta positiva al incremento de la población de plantas, sobre aquellos suelos donde el cultivo tiene restricciones al crecimiento y no se expresa la capacidad de compensación a través de la ramificación (como es el caso de los suelos de bajos arroceros) la tendencia general fue a incrementar el rendimiento en la medida que aumenta la población de plantas logradas.
- En los suelos de bajos alcanzar un alto coeficiente de logro es una limitante asociada a la alta probabilidad de períodos de estrés hídrico (tanto por exceso como por deficiencia), por lo que la etapa de implantación del cultivo es un aspecto relevante. El objetivo en estos casos será lograr al menos 30pl/m<sup>2</sup>, por encima de este valor no se evidenció beneficio en el rendimiento.
- No se comprobó una diferenciación clara en el rendimiento alcanzado entre los materiales de ciclos contrastantes (GM). El material con tolerancia al exceso hídrico no se diferenció significativamente del resto de los materiales, pero en ambos sitios que fue testeado tuvo una tendencia a mayor rendimiento.

## MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE SOJA

A.Núñez<sup>1\*</sup>; A. García Lamothe<sup>1</sup>; J. Sawchik<sup>1</sup>

### INTRODUCCIÓN

Con un área de siembra superior al millón de hectáreas, la soja es el cultivo dominante en los sistemas agrícolas del país. Por este motivo, incrementar la productividad y estabilidad de sus rendimientos es fundamental para asegurar la rentabilidad y contribuir al logro de sistemas sustentables por un mejor uso de los recursos. En una zafra de márgenes ajustados, como se estima será el 2015-2016, definir estrategias de manejo de la fertilización que sean eficientes y rentables en el corto plazo puede influir de forma muy importante en el resultado económico del año. Si bien en cultivos estivales la disponibilidad hídrica es el principal factor limitante de los rendimientos en Uruguay (Sawchik y Ceretta, 2005) trabajos recientes muestran que en algunas situaciones podría existir una brecha nutricional en los rendimientos (Bordoli *et al.*, 2012; García Lamothe, 2011).

Para el manejo de nutrientes poco móviles como fósforo (P) y potasio (K) pueden identificarse dos estrategias: manejo por suficiencia y la estrategia de subir y mantener los niveles de nutrientes en el suelo (Leikam *et al.*, 2003). El manejo por suficiencia busca aplicar una cantidad de P o K tal que permita maximizar el retorno de la inversión del fertilizante en el año de aplicación, considerándose por lo tanto una estrategia de fertilización del cultivo. La estrategia de subir y mantener, o manejo por balances, tiene como objetivo manejar los niveles de nutrientes en suelo de forma de alcanzar un nivel de disponibilidad nutricional que minimice la probabilidad de que existan limitantes nutricionales para el rendimiento. Como se puede observar en la Figura 1, el uso de una u otra estrategia implica ciertos riesgos, por lo que la decisión debe considerar no solo factores agronómicos sino también empresariales y de actitud frente al riesgo de cada productor.

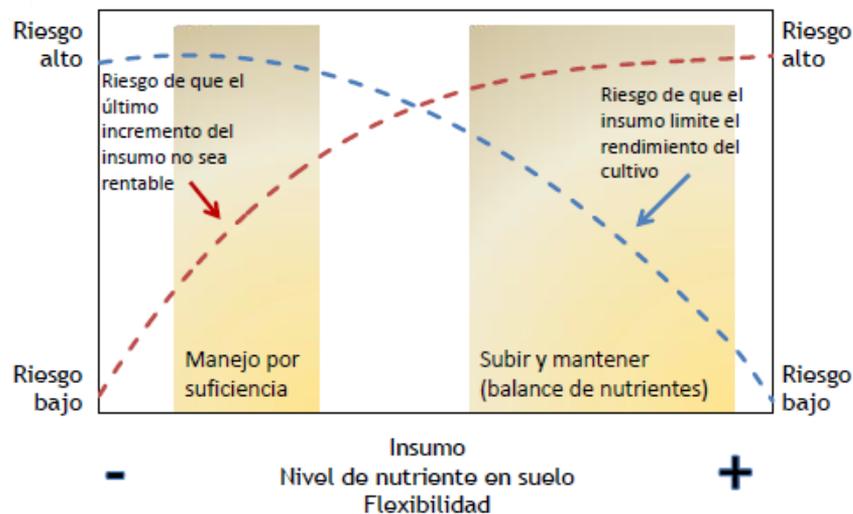


Figura 1. Comparación teórica de estrategias de fertilización para P y K (Leikam *et al.*, 2003).

Para un manejo eficiente de la fertilización en soja deben considerarse los requerimientos nutricionales del cultivo, cuáles son las situaciones donde es esperable encontrar respuesta a la fertilización y qué nivel de respuesta o eficiencia de uso del fertilizante se puede obtener. Además, es importante conocer la extracción de nutrientes en el grano para poder estimar su evolución en el suelo.

### REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Conocer los requerimientos internos de nutrientes permite conocer la cantidad de cada nutriente que debe absorber el cultivo de soja para alcanzar un rendimiento determinado y la eficiencia de uso de esos nutrientes, siendo una información importante a considerar para la definición de la dosis de fertilización.

<sup>1</sup> Ing. Agr., INIA Programa Cultivos de Secano

En la figura 2 se presentan resultados preliminares de los requerimientos nutricionales estimados durante la zafra 2013-2014 (132 observaciones) donde en promedio la soja debió absorber 92 kg de N, 8 kg de P, 42 kg de K y 5,8 kg de S para producir una tonelada de grano.

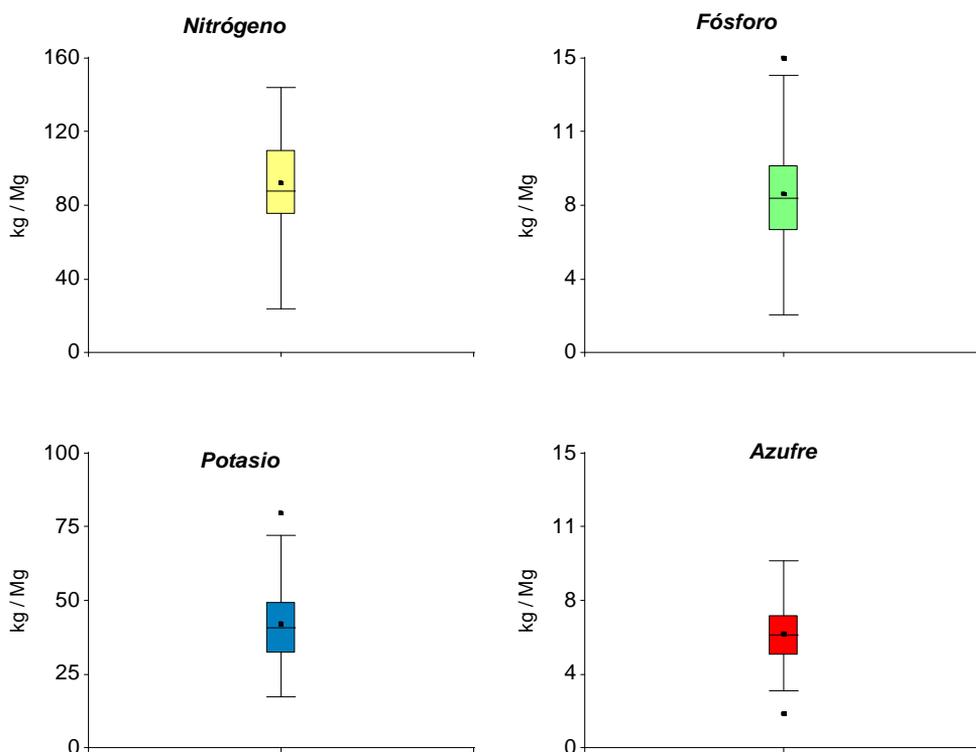


Figura 2. Requerimientos nutricionales de macronutrientes para el cultivo de soja (132 observaciones, año 2013).

## IDENTIFICACIÓN DE NUTRIENTES LIMITANTES

A nivel nacional se cuenta con información y herramientas de diagnóstico que permiten identificar y decidir la fertilización en aquellas situaciones donde es más probable que existan deficiencias nutricionales. La principal herramienta de diagnóstico, especialmente para P y K, es el análisis de suelo y su interpretación a partir de los niveles críticos y del conocimiento de la dinámica de estos nutrientes en el suelo. A continuación se presenta un resumen de los principales factores a considerar para decidir la fertilización del cultivo de soja así como la extracción de nutrientes estimada a partir de experimentos de campo.

### Fósforo

Morón (2005) estimó para un 90% de rendimiento relativo que el nivel crítico de P Bray I en el suelo era de 10-12 ppm, con una eficiencia esperada de la fertilización de 6 kg de grano por kg de  $P_2O_5$  cuando los suelos presentaban contenidos de P por debajo de ese nivel. Condiciones de siembra con suelos fríos o secos, o suelos con problemas de compactación, son predisponentes para que ocurran deficiencias de P por lo que en esas situaciones podría existir respuesta a la fertilización aun con contenidos mayores de P en el suelo. Hoffman (2013) para cultivos de soja de segunda estimó que el nivel crítico era de 16 ppm de P Bray I.

Entre las zafras 2012-2013 y 2014-2015 se realizaron 26 experimentos exploratorios de respuesta a la fertilización en chacras comerciales, encontrando respuesta positiva a la fertilización con P en tres sitios (Cuadro 1). En esos sitios la fertilización con P (tratamiento PKS) logró un aumento de rendimiento de entre 6 y 10% en comparación con el tratamiento que no llevó P (tratamiento KS). La respuesta promedio a la fertilización fue de 5 kg de grano por kg de  $P_2O_5$  coincidiendo con lo reportado por Morón (2005), aunque debe considerarse que se utilizó una dosis única de 50 kg  $P_2O_5$ /ha, lo que podría estar perjudicando la eficiencia estimada del fertilizante.

Cuadro 1. Sitios con respuesta positiva a la fertilización con fósforo ( $p < 0,05$ )

Sitio	P Bray I ppm	Respuesta en rendimiento	
		kg/ha	%
1	5,2	352	10
2	6,1	154	6
3	10,0	212	6

En los experimentos realizados desde el 2012 se estimó también la extracción de P en el grano de soja, con resultados preliminares que indican una extracción promedio de 4 kg de P por tonelada de grano (13% de humedad) y un rango de extracción de entre 1 y 6 kg P por tonelada. Parte de esta variación se debió a la fertilización con P, la cual tuvo un efecto significativo sobre la concentración del nutriente en el grano ( $p < 0,01$ ) (Núñez *et al.*, 2014).

### Potasio

Para cultivos de secano Barbazán *et al.* (2011) estimaron un nivel crítico de K intercambiable en suelo de 0,34 meq/100g, aunque con variabilidad en la respuesta a la fertilización en suelos con niveles cercanos al valor crítico. Los suelos de Uruguay presentan diferencias importantes en la capacidad de aporte de K, siendo más frecuente las deficiencias en suelos de textura liviana, sin presencia de illita en la fracción arcilla y con poca disponibilidad de reservas (Bordoli *et al.*, 2012; Núñez y Morón, 2013).

En los experimentos más recientes de respuesta a la fertilización realizados por INIA no se encontró un efecto de la fertilización con K en los rendimientos, lo que se explica principalmente porque la mayoría de los sitios presentaban valores de K intercambiable mayores al nivel crítico recomendado.

En la figura 3 se presenta la extracción de K en grano de soja estimada para los años 2012 y 2013, con un promedio de 15 kg de K por tonelada de grano y un rango de 12 a 19 kg de K por tonelada. La fertilización con K no tuvo un efecto significativo sobre la concentración del nutriente en el grano ( $p > 0,05$ ) lo que coincide con lo reportado por la bibliografía.

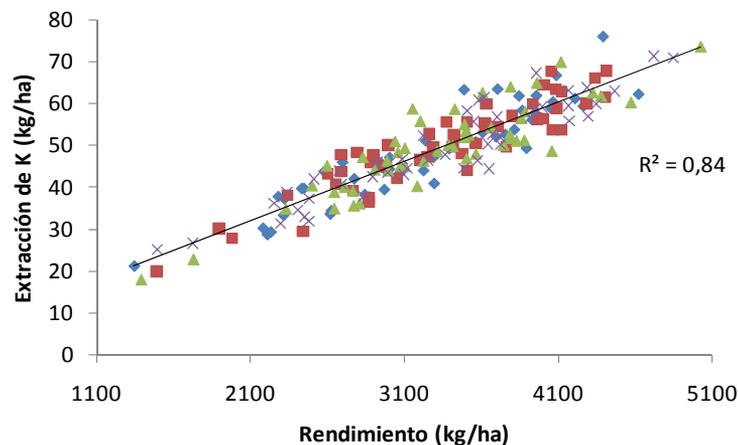


Figura 3. Extracción de K en el grano de soja (kg/ha) en función del rendimiento (kg/ha con 13% de humedad).

### Azufre

En el país, la presencia de cultivos con valores de S en planta por debajo de los niveles recomendados o la respuesta a la fertilización es poco frecuente (Bordoli *et al.*, 2012; García-Lamothe y Sawchik s/p). Esto coincide con los resultados de los experimentos más recientes, donde no encontramos respuesta a la fertilización con este nutriente. El análisis de suelo disponible para estimar la disponibilidad de S (azufre como sulfatos:  $S-SO_4^-$ ) tiene generalmente baja capacidad predictiva lo que hace difícil estimar un nivel crítico confiable. Sin embargo, las situaciones con mayor probabilidad de respuesta a la fertilización azufrada corresponden a suelos con menos de 10 ppm de  $S-SO_4^-$ , donde se esperan altos rendimientos con buena disponibilidad hídrica o condiciones de suelos con baja capacidad de aporte de S (arenosos, de pobre fertilidad natural). También existe mayor probabilidad de respuesta en situaciones

con prolongada historia agrícola, suelos que han perdido materia orgánica, luego de barbechos prolongados o en chacras compactadas.

La dosis recomendada es de 10-15 kg S/ha con una eficiencia esperada de 11 a 23,5 kg de grano por kg de azufre (Morón, 2005; García-Lamothe y Sawchik, s/p). La extracción estimada en grano es de 3 (2 a 4) kg de S por tonelada de grano de soja (13% de humedad).

## CONSIDERACIONES FINALES

El manejo de la fertilización puede realizarse según diferentes estrategias de manejo, principalmente a partir del criterio de suficiencia o siguiendo la estrategia de subir y mantener los niveles de nutrientes en el suelo. La elección de una u otra estrategia, o la combinación de ambas, dependerá tanto de factores agronómicos como empresariales.

La fertilización del cultivo (manejo por suficiencia) busca maximizar el retorno inmediato de la inversión en fertilizante, para lo cual la decisión debería basarse en un buen diagnóstico de cada situación, identificando los nutrientes con mayor probabilidad de ser limitantes. Las herramientas disponibles para esto son los requerimientos del cultivo, los niveles críticos, el conocimiento de los factores que afectan la disponibilidad de los nutrientes y la eficiencia esperable de respuesta a la fertilización.

El manejo de la fertilización según un nivel de suficiencia implica no fertilizar por encima de determinada concentración del nutriente en el suelo, lo que en el mediano-largo plazo generará una pérdida en la disponibilidad de nutrientes por efecto de la extracción en el grano. Para evitar esto, en el caso de los nutrientes poco móviles (P, K) se debería estimar la extracción realizada por los cultivos y reponer esta extracción para mantener el balance de nutrientes en el sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

**BARBAZÁN MM, BAUTES C, BEUX L, BORDOLI JM, CANO JD, ERNST O, GARCÍA LAMOTHE A, GARCÍA FO, QUINCKE A.** 2011. Fertilización potásica en cultivos de secano sin laboreo en Uruguay: rendimiento según análisis de suelos. *Agrociencia*, 15(2): 93-99.

**BORDOLI JM, BARBAZÁN MM, ROCHA L.** 2012. Soil nutritional survey for soybean production in Uruguay. *Agrociencia*, 16(3):76-83.

**GARCÍA-LAMOTHE A.** 2011. Recomendaciones de manejo de la fertilización para soja. *Revista INIA Uruguay*. 26: 53-55.

**GARCÍA-LAMOTHE A, SAWCHIK J.** Respuesta del cultivo de soja al azufre en argiudoles típicos de Uruguay. En revisión.

**HOFFMAN E.** 2013. Criterios y estrategias de fertilización que apunten a asegurar el suministro de fósforo en cultivos de soja de segunda. *Informaciones Agronómica de Hispanoamérica*, 11: 2-7.

**LEIKAM DF, LAMOND RE, MENGEL DB.** 2003. Providing Flexibility in Phosphorus and Potassium Fertilizer Recommendations. *Better Crops with Plant Food*, 87(3): 6-10.

**MORÓN A.** 2005. Informe de resultados de la red de ensayos de fertilización de soja. En: *Jornada Técnica de Cultivos de Verano. Serie Actividades de Difusión N° 417*. INIA Uruguay.

**NÚÑEZ A, GARCÍA-LAMOTHE A, SAWCHIK J.** 2014. Respuesta de soja a la fertilización con macro y micronutrientes. En: *Congreso Uruguayo de Suelos (1°), Encuentro de la SUCS (4°, 2014, Colonia del Sacramento, Uruguay)*. Intensificando el conocimiento del suelo y medio ambiente para producir más y mejor: presentaciones orales. [En línea] 10 febrero 2015 <http://www.suelos.com.uy/pdf/28.pdf>

**NÚÑEZ A, MORÓN A.** 2013. El rol de las reservas de potasio en los suelos agrícolas del Uruguay. En: *Simposio Potasio en sistemas agrícolas de Uruguay. Facultad de Agronomía, Canpotex, IPNI. Mercedes*. p 11-15.

**SAWCHIK J, CERETTA S.** 2005. Consumo de agua por sojas de distintos grupos de madurez en diferentes ambientes de producción (CALMER-AUSID-INIA). En: *Jornada Técnica de Cultivos de Verano. Serie de Actividades de Difusión N° 417*.

Las siguientes personas colaboraron para que este trabajo fuera posible:

**Administración:**

Castro, Pablo  
Correa, Cecilia  
Saavedra, Alicia

**Biblioteca:**

Mesones, Belky

**Manejo de Arroz:**

Casales, Luis  
Crossa, Gustavo  
Denis, César  
Escalante, Fernando  
Ferreira, Alexandra  
Jara, Ruben

Sosa, Beto

Ferreira, A.  
López, A.

**Mejoramiento de Arroz:**

Duche, Luis A.  
Flores, Carlos  
González, Jonattan

Silva, Cipriano  
Silvera, Walter H.  
Vargas, José  
Villalba, Mario

**Pasturas y Forrajes**

Barrios, Ethel  
Jackson, Jhon  
Serrón, Néstor  
Reymúndez, Fernando  
Roldán, Andrés

**Personal:**

Der Gazarián, Verónica

**Sustentabilidad Ambiental:**

Bordagorri, Alexander  
Furtado, Irma  
Oxley, Matías  
Rodríguez, Ruben A.

**Semillas:**

Correa, José  
Kapeck, Matías  
Oxley, Mabel  
Pimienta, Ariel

**Servicios Auxiliares:**

Bas, Rafael  
Domínguez, Miguel  
Figueroa, Mauro  
Mesa, Dardo  
Moreno, Daniel  
Segovia, Carlos  
Sosa, Bruno

**Servicio de Operaciones:**

Acosta, Daniel  
Alonzo, Jorge  
Bauzil, Raúl  
Becerra, Germán  
Hernández, Jorge  
Ituarte, Gerardo  
Segovia, Carlos  
Texeira, Mario

**Unidad de Comunicación y  
Transferencia de Tecnología**

González, Ramiro

**Unidad de Informática:**

Vaz, Pablo

