

ISSN: 1688-9258

inia

**INSTITUTO
NACIONAL DE
INVESTIGACION
AGROPECUARIA**

URUGUAY



**ARROZ-SOJA:
RESULTADOS
EXPERIMENTALES
2013-2014**

Agosto 2014

ACTIVIDADES
DE DIFUSIÓN

735

INIA TREINTA Y TRES

ARROZ - SOJA

Resultados Experimentales

2013-2014

Agosto de 2014.

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



D.M.V. Álvaro Bentancur

D.M.V., MSc. Pablo Zerbino



Ing. Agr. Joaquín Mangado

Ing. Agr. Pablo Gorriti



ARROZ - SOJA

Resultados Experimentales 2013-2014

Autores

TÉCNICOS INIA

**Programa Nacional de Producción de Arroz/
Programa Nacional de Producción y
Sustentabilidad Ambiental/Cultivos**

Ing. Agr., MSc. Pedro Blanco¹
Ing. Agr. Gonzalo Carracelas²
Ing. Agr. Jesús Castillo¹
Ing. Agr., MSc. Adriana García³
Ing. Agr., PhD. Claudia Marchesi²
Ing. Agr. Sebastián Martínez¹
Ing. Agr., Dr. Ramón Méndez¹
Ing. Agr. Federico Molina¹
Ing. Agr. Agustín Núñez³
Ing. Agr., MSc., PhD. Fernando Pérez¹
Ing. Agr. Sara Ricetto¹
Ing. Agr., MSc., PhD. Alvaro Roel¹
Lic., MSc. Juan Rosas¹
Ing. Agr., MSc. Néstor Saldain¹
Ing. Agr. PhD. Jorge Sawchik³
Ing. Agr., PhD. José Terra^{4,1}
Ing. Agr., MSc. Gonzalo Zorrilla^{5,1}

Dirección Regional

Ing. Agr., PhD. Walter Ayala^{6,1}

Unidad Técnica de Semillas

Ing. Agr., MSc. Ana L. Pereira¹

Unidad Técnica de Biotecnología

Ing. Agr., Lic., DSc. Victoria Bonnacarrère⁷
Lic. Bioq., MSc. Silvia Garaycochea⁷

Unidad Agroclimatología - GRAS

Téc. Agrop. José Furest⁷

Unidad Tecnología de la Información

Lic. Schubert Fernández⁸

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

Ing. Agr., MSc. Horacio Saravia¹

OTRAS INSTITUCIONES

Facultad de Agronomía

Lic. Natalia Berberian
Dr. Pedro Díaz
Lic. Bioq. Manuel Diez
Ing. Agr., PhD. Lucía Gutiérrez
M. Sc. Gastón Quero

Facultad de Química

Instituto Polo Tecnológico de Pando

Prof. Eleuterio Umpiérrez
Ing. Qca. Virginia Villagrán

Oryza & Soy Pesquisa e Consultoria Agrícola Ltda.

Cláudia Lange, Eng. Agr. Dr. em Fitotecnia

Publicación

Diagramación, Edición

Olga Alvarez

Impresión

Ramiro González
Mauro Figueroa

Compaginación:

Eloisa Crossa
César Denis
Diego Diago
Alexandra Ferrerira
Ruben Jara
Carolina Sánchez
Beto Sosa
Andrea Vergara

¹ Técnico INIA Treinta y Tres

² Técnico INIA Tacuarembó

³ Técnico INIA La Estanzuela

⁴ Director Programa Nacional Producción y
Sustentabilidad Ambiental

⁵ Director Programa Nacional de Arroz

⁶ Director Regional INIA Treinta y Tres

⁷ Técnico INIA Las Brujas

⁸ Técnico INIA Dirección Nacional

Las siguientes personas colaboraron para que este trabajo fuera posible:

Administración:

Castro, Pablo
Correa, Cecilia
Saavedra, Alicia

Secretaría:

Alvarez, Olga
Crossa, Eloisa

Biblioteca:

Mesones, Belky

Semillas:

Correa, José
Duplat, Miguel⁴
Kapeck, Matías
Oxley, Mabel
Pimienta, Ariel

Manejo de Arroz:

Casales, Luis
Crossa, Gustavo
Denis, César
Escalante, Fernando
Ferreira, Alexandra
Jara, Ruben
Lauz, Fernando¹
Sosa, Beto
Soto, Jhonatan²

Servicios Auxiliares:

Bas, Rafael
Domínguez, Miguel
Figueroa, Mauro
Mesa, Dardo
Moreno, Daniel
Segovia, Carlos
Sosa, Bruno

Mejoramiento de Arroz:

Arismendi, Graciela
Díaz, Laura
Duche, Luis A.
Flores, Carlos
Espel, Cristhian
Ramírez, Carlos³
Silva, Cipriano
Silvera, Walter H.
Techera, Alberto⁴
Vargas, José

Servicio de Operaciones:

Acosta, Daniel
Alonzo, Jorge
Bauzil, Raúl
Becerra, Germán
Hernández, Jorge
Ituarte, Gerardo
Segovia, Carlos
Texeira, Mario

Pasturas y Forrajes

Barrios, Ethel
Jackson, Jhon
Serrón, Néstor
Reymúndez, Fernando
Roldán, Andrés

**Unidad de Comunicación y
Transferencia de Tecnología**

González, Ramiro

Personal:

Der Gazarián, Verónica

Unidad de Informática:

Vaz, Pablo

Sustentabilidad Ambiental:

Bordagorri, Alexander
Furtado, Irma
Oxley, Matías
Rodríguez, Ruben A.

¹ Hasta febrero 2014

² Hasta enero 2014

³ Hasta diciembre 2013

⁴ Hasta diciembre 2013

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO 1 - AGROCLIMATOLOGÍA	
Información climática.....	1
Comportamiento de las principales variables climáticas en la zafra 2012-2013	3
CAPÍTULO 2 - RIEGO	
Efecto del momento de retiro del agua y momento de cosecha en las variedades Parao y El Paso 144.....	1
CAPÍTULO 3 - MANEJO DE SUELOS Y NUTRICIÓN VEGETAL	
Respuesta del cultivar parao a la aplicación de Nitrógeno y a su fraccionamiento.....	1
Fertilización n en arroz en base a indicadores objetivos. ¿qué sabemos luego de 3 años de experimentación?	4
Evaluación de diferentes estrategias de fertilización N-P-K en diferentes variedades de arroz. Impacto a nivel productivo y económico.....	7
CAPÍTULO 4 - MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES	
Revisión de la eficiencia de fungicidas para el control químico de <i>Pyricularia oryzae</i>	1
Utilización de fosfito de K para el control de enfermedades de tallo y vaina en arroz	4
Manejo de enfermedades de tallo con fosfitos y ajuste de potasio en parao. Resultados preliminares.....	7
Uso de fosfitos de Cu y K en el control de enfermedades de tallo	10
Efecto de tratamientos curasemillas en la población de plantas e implantación en el cultivar Parao	13
CAPÍTULO 5 - MANEJO DE MALEZAS	
Manejo de malezas	1
Riceprotex aplicado a la semilla para evitar el albinismo provocado por el clomazone en L5903 y Parao	2
Control de la grama fina (LERHE) con las cuatro sales del glifosato mezcladas en el tanque con graminicidas aplicados en primavera.....	5
Evaluación de la tolerancia al quinclorac de biotipos de capín (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv)	8
Efecto de la dosis de Kifix® y del manejo del riego en la productividad inicial de la pradera subsiguiente	11
Efecto del Kifix® asperjado en el arroz Clearfield® sobre el Raigrás subsiguiente seguido por arroz sin resistencia (no clearfield®) o sorgo forrajero en siembra directa	14
Persistencia y actividad biológica del Kifix® en suelos arroceros en el este del Uruguay.....	17
Disipación del Kifix® en el agua de inundación del arroz Clearfield®	20

CAPÍTULO 6 - MEJORAMIENTO GENÉTICO

Cultivar L-5903 en validación en predios comerciales	1
Evaluación de cultivares promisorios en ensayos de fajas	3
Evaluación final de cultivares <i>Índica</i>	6
Evaluación avanzada de cultivares <i>Índica</i> de origen FLAR	9
Evaluación de cultivares <i>Índica</i>	12
Evaluación de cultivares de calidad americana	16
Evaluación de híbridos del Consorcio Hiaal	18
Evaluación de cultivares Clearfield®	21
Marcadores moleculares identificados en el proyecto Mapeo asociativo para asistir el mejoramiento por calidad del grano	24

CAPÍTULO 7 - ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ

Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: V. Ajustes en el potencial biológico en la región E 1ste	
--	--

CAPÍTULO 8 - SEMILLAS

Informe de producción de la zafra 2013-2014	1
Evolución histórica de producción y uso de semilla básica	2

CAPÍTULO 9 - SOJA

Seleção e adaptação de genótipos de soja ao cultivo em Terras baixas: o exemplo do sul do Brasil	1
Respuestas del cultivo de soja al anegamiento	4
Comportamiento agrónomico de grupos de madurez contrastantes de soja en suelos arroceros del Este	7
Ajustes a la población del cultivo de soja en suelos arroceros	10
Respuesta de soja a la fertilización con macro y micronutrientes	13
Fertilización de soja en rotación con arroz	19
Rotaciones arroceras: resumen de resultados productivos en las primeras zafras	22
¿Qué le pasó a la soja esta zafra? Las enfermedades y sus consecuencias	25
Cultivos de cobertura en esquemas agrícolas Resultados 2012-2013 y 2013-2014	26
Potencial productivo del cultivo de soja sin limitantes de agua	29

PRÓLOGO

Muchas actividades importantes se han desarrollado en INIA Treinta y Tres vinculadas al Programa Arroz y al de Sustentabilidad Ambiental, desde el año pasado cuando escribíamos esta introducción para la publicación de los Resultados 2013-14 de arroz y soja. En dicha oportunidad nos dedicamos a compartir las principales líneas de ajuste de la Jornada, la publicación complementaria y de las otras actividades de relacionamiento con el medio que estábamos organizando. En esta oportunidad comentaremos algunas de las novedades en materia de nuevos proyectos y acciones.

En setiembre de 2013 dio comienzo un proyecto muy ambicioso denominado "Rompiendo Techos de Rendimiento en Arroz" que cuenta con financiación de la ANII y con la participación conjunta del INIA a través del Programa Arroz y de Sustentabilidad Ambiental y el sector arrocero representado por la ACA y la Gremial de Molinos. Dicho proyecto pretende encontrar caminos tecnológicos para levantar el techo de rendimiento en que se encuentran los productores de punta de la zona este, en por lo menos 10%. Es un proyecto de riesgo pero que apunta a una de las necesidades imperiosas del sector arrocero y el trabajo de toda la cadena en conjunto permitirá sacarle el mayor provecho a esta iniciativa.

Durante fines de marzo y principios de abril de 2013 el Dr. Achim Dobermann realizó una consultoría con el fin de hacer una revisión externa de la investigación en arroz que lleva adelante el INIA. El Dr. Dobermann fue Director de Investigación del IRRI hasta diciembre de 2013 y es una autoridad mundial en investigación en suelos y arroz, además de contar con una vasta experiencia en gestión de la investigación. El documento final brinda una serie de recomendaciones e ideas para asegurar el foco y el impacto de la investigación, que serán un insumo fundamental para la planificación de acciones en los próximos tiempos. Dichas recomendaciones ya están siendo analizadas y discutidas tanto en la interna del Programa Arroz como con los representantes sectoriales de ACA y GMA. Próximamente en los Grupos de Trabajo que se realizarán en las distintas regiones, se informará de las mismas para enriquecer la discusión sobre necesidades de investigación que tienen como foco estas reuniones.

A nivel de soja se constata a nivel de la región un crecimiento sostenido que habría alcanzado las 250.000 has, incluyendo aproximadamente unas 50.000 has en la zona baja, según lo manejado por opiniones calificadas a nivel del Consejo Asesor Regional. En respuesta a esta realidad, varias actividades de proyectos vinculadas a este cultivo están siendo desarrolladas en la región. Dentro de las principales acciones es posible mencionar en zona baja los trabajos sobre transferencia de tecnología y manejo agronómico del cultivo así como la instalación del experimento de rotaciones arroz-pasturas-otros cultivos en la Unidad Experimental Paso de la Laguna. Además, se realizaron acciones coordinadas con el Programa Nacional de Cultivos para estudiar el potencial de rendimiento del cultivo de soja sin limitantes de agua y nutrientes, incluyendo macro y micronutrientes. Todo esto suma a las acciones relacionadas a la sustentabilidad de los sistemas productivos en el experimento de rotaciones de largo plazo en la Unidad Experimental Palo a Pique y las alternativas de coberturas invernales en rotación con soja.

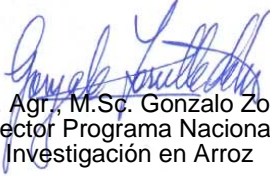
Además, considerando las particularidades climáticas del año y su fuerte impacto en la sanidad del cultivo se apoyaron acciones de diagnóstico y posibilidades de control de las enfermedades detectadas.

Por otra parte, merece destacarse los esfuerzos de articulación y relacionamiento con el medio a través de los diferentes actores, incluyendo grupos de productores, empresas de insumos y profesionales vinculados.

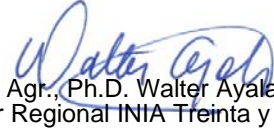
Junto a la realización de los grupos de trabajo en arroz, es intención realizar también en el presente año una convocatoria a grupos de trabajo en el área de cultivos, dentro de un plan de fortalecimiento de las acciones que la Institución pretende impulsar tanto a nivel de Grupos de Trabajo como del Consejo Asesor Regional.

El nuevo formato de la actividad desde el pasado año, ha permitido mostrar de una manera más amigable los avances que la investigación viene generando y que han sido una constante a través de la historia de esta jornada que se reportan anualmente. Por su parte merece destacarse, además de las

contribuciones del equipo técnico de la regional de INIA Treinta y Tres, las de aquellos colegas pertenecientes a otras regionales de INIA así como invitados externos que ha permitido conformar una actividad con una agenda de temas más amplia. Finalmente, vaya un reconocimiento para todo el equipo de trabajo de la Regional que contribuye permanentemente para lograr un trabajo de calidad.



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

AGROCLIMATOLOGÍA

INFORMACIÓN CLIMÁTICA

R. Méndez¹, Matías Oxley², J. Furest³

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). 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 2012 - junio 2013 (Cuadro 1).
- Última zafra julio 2013 – junio 2014 (Cuadro 2).
- Promedios de la Serie Histórica julio 1973 – junio 2014 (Cuadro 3)
- Precipitación
- Heliofanía
- Radiación solar
- Movimiento del aire, viento a 2m.
- Nubosidad

¹ Dr. INIA. Programa Arroz. rmendez@inia.org.uy

² Téc. Agrop. INIA. Programa Arroz

³ Téc. Agrop. INIA Unidad GRAS

Cuadro 1. Datos meteorológicos obtenidos en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna - INIA T. y Tres. **Julio 2012 - Junio 2013.**

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Anual
TEMPERATURA(°C)													
Media	8,6	15,1	15,3	18,3	20,9	23,7	22,4	22,1	18,9	18,1	14	11,3	17,3
Máxima media	15,0	19,7	20,4	22,7	27,1	29,9	29	27,3	25,4	24,0	19,2	17,3	23,1
Mínima media	2,3	10,6	10,2	15,4	14,6	17,6	15,9	16,9	12,4	12,1	8,8	5,1	11,8
HELADAS (Días)	21	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	10	36
HELIOFANÍA													
Media diaria (Horas)	5,7	4,2	5,3	4,7	8,6	7,8	8,8	7,4	7,6	6,5	4,3	5,5	6,4
VIENTO (2 metros)													
Velocidad media (k/h)	9,2	9,4	11	11	8,8	8,4	7,8	8,5	7,1	6,4	5,7	5,7	8,2
PRECIPITACIÓN (mm)													
	73,7	128,1	35,5	151,8	32,4	197,7	65,1	150,8	56,6	133,3	128	45,5	1198,5
Días de lluvia	5	9	10	14	8	7	5	8	7	6	15	3	97
EVAPORACIÓN TANQUE "A"													
	64,1	61,8	98,1	129,5	208,8	227,2	216,3	164,2	157,4	101,6	66,6	56,3	1551,9
Total mensual													

Cuadro 2. 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
TEMPERATURA(°C)													
Media	11,3	10,4	14,8	19,1	20	23,8	24,3	23,7	20,2	17,6	14,1	11	17,5
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	23,0
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	12,1
HELADAS (Días)	7	11	1	1	0	0	0	0	0	0	2	9	31
HELIOFANÍA													
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	6,0
VIENTO (2 metros)													
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	9,0
PRECIPITACIÓN (mm)													
	110	89	274	72	151	47	207	147	139	120	46	80	1480
Días de lluvia	13	7	9	6	12	5	13	16	12	7	13	8	121
EVAPORACIÓN TANQUE "A"													
	43,7	72,3	103,6	156,0	156,5	276,6	172,6	132,7	133,7	83,9	43,7	49,1	1424
Total mensual													

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 2014.**

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Anual
TEMPERATURA(°C)													
Media	10,8	12,0	13,6	16,5	18,8	21,5	22,9	22,3	20,8	17,4	13,9	11,1	16,8
Máxima media	16,2	17,9	19,3	22,4	25,2	27,9	29,5	28,4	26,9	23,5	19,9	16,7	22,8
Mínima media	5,6	6,7	8,1	10,7	12,5	14,6	16,7	16,8	15,0	11,6	8,3	5,7	11,0
HELADAS (Días)	11	7	4	1	0	0	0	0	0	1	4	11	41
HELIOFANÍA													
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	6,5
VIENTO (2 metros)													
Velocidad media (k/h)	7,0	7,3	8,8	8,7	8,8	8,9	8,4	7,7	6,4	6,3	5,9	6,3	7,5
PRECIPITACIÓN (mm)													
	122	107	112	100	98	100	114	154	110	109	122	115	1364
Días de lluvia	10	9	10	10	8	8	8	10	9	9	9	10	112
EVAPORACIÓN TANQUE "A"													
	52,4	68,9	95,1	135,7	175,4	215,1	215,9	160,2	138,9	93,5	62,2	46,3	1460
Total mensual													

COMPORTAMIENTO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES CLIMÁTICAS 2013-2014

R. Méndez¹, M. Oxley²

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.

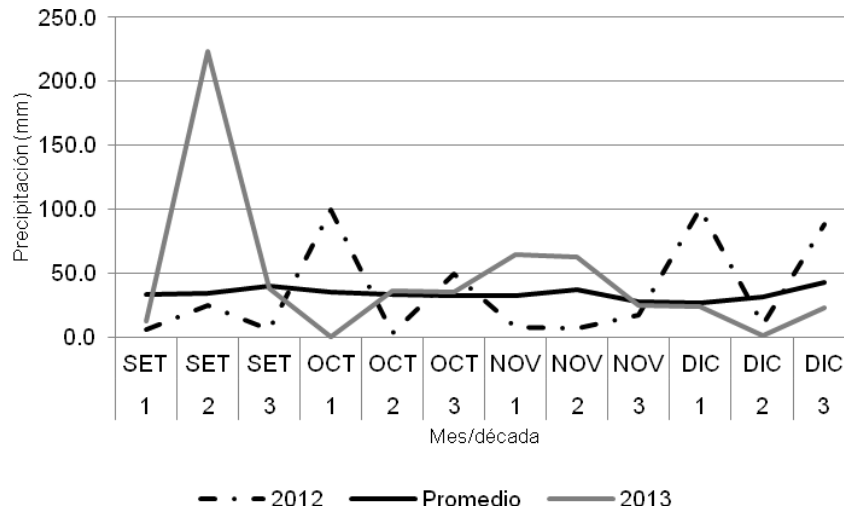


Figura 1. Registros decádicos de precipitación desde setiembre a diciembre.

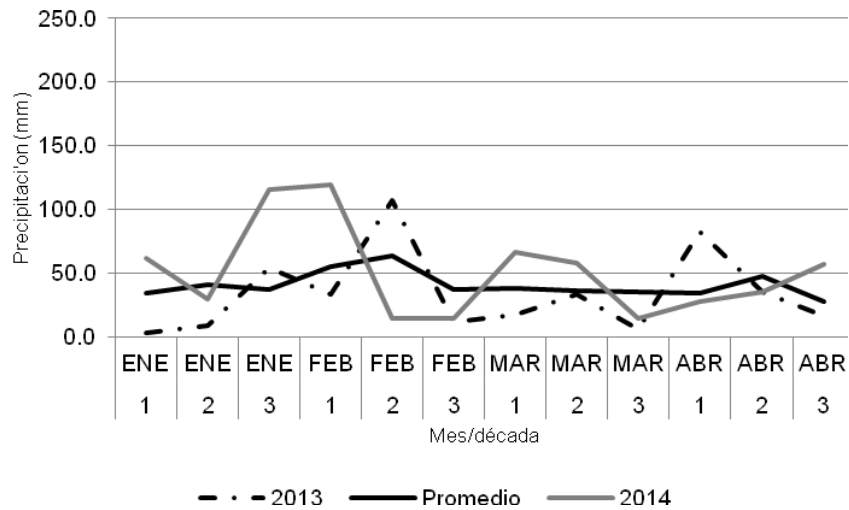


Figura 2. Registros decádicos de precipitación desde enero a abril.

¹ Dr. INIA. Programa Arroz. rmendez@inia.org.uy

² Téc. Agrop. INIA. Programa Arroz. aoxley@tyt.inia.org.uy

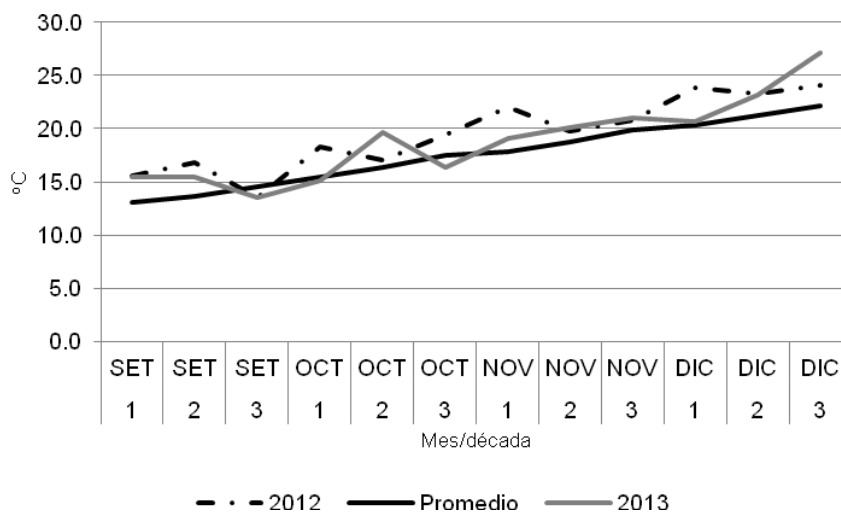


Figura 3. Registros decádicos de temperatura media desde setiembre a diciembre.

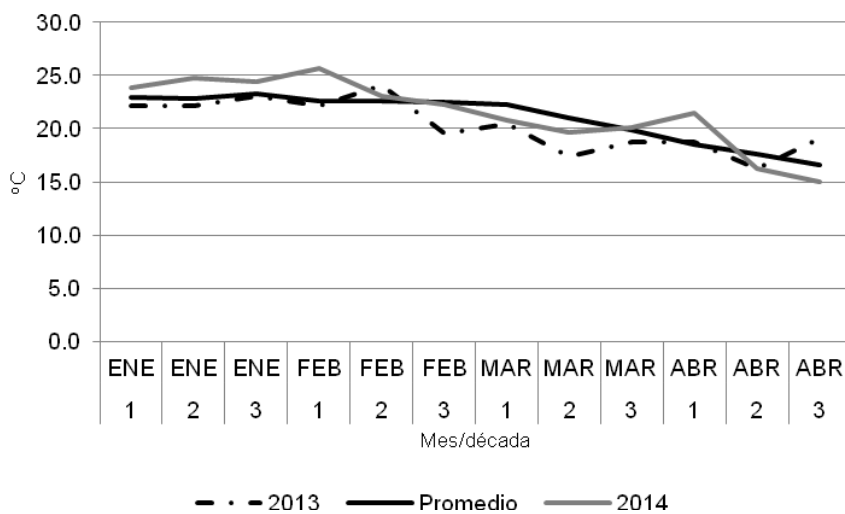


Figura 4. Registros decádicos de temperatura media desde enero a abril.

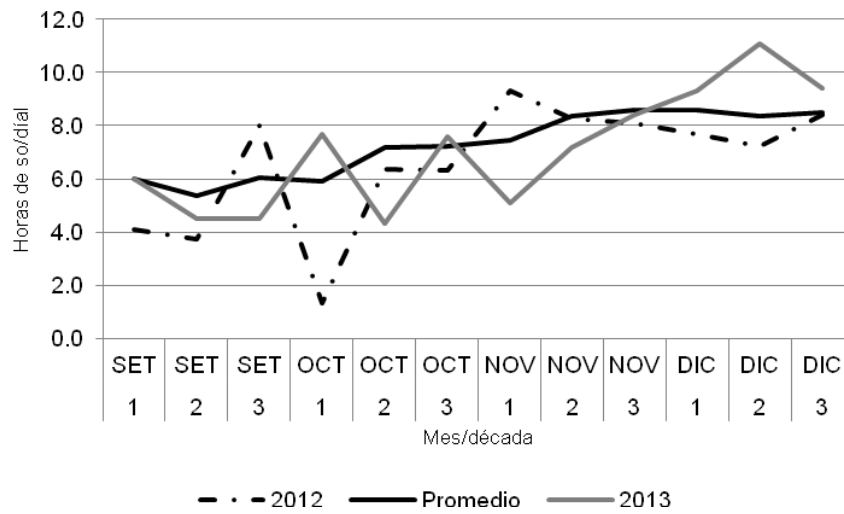


Figura 5. Registros decádicos de heliofanía desde setiembre a diciembre.

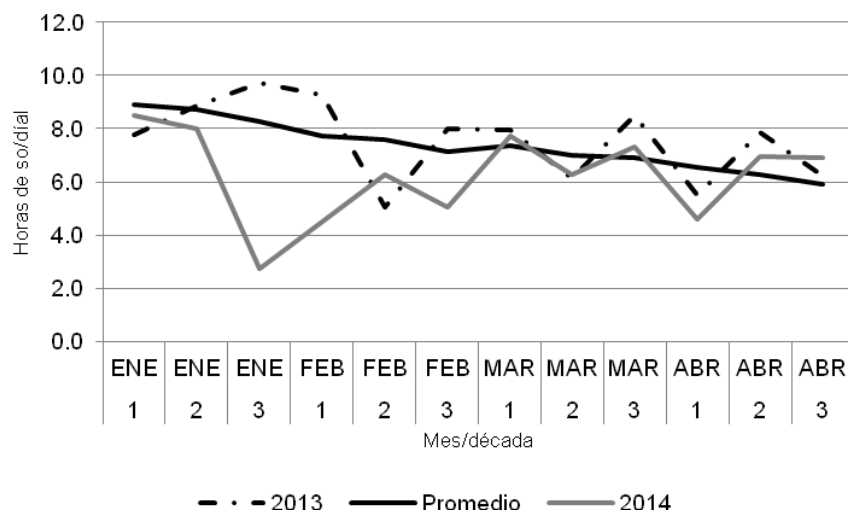


Figura 6. Registros decádicos de heliofanía desde enero a abril.

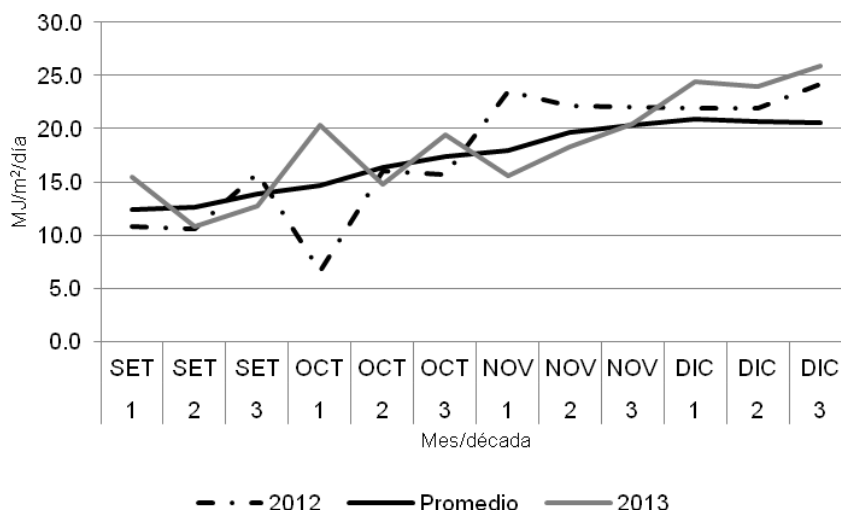


Figura 7. Registros decádicos de radiación solar desde enero a abril.

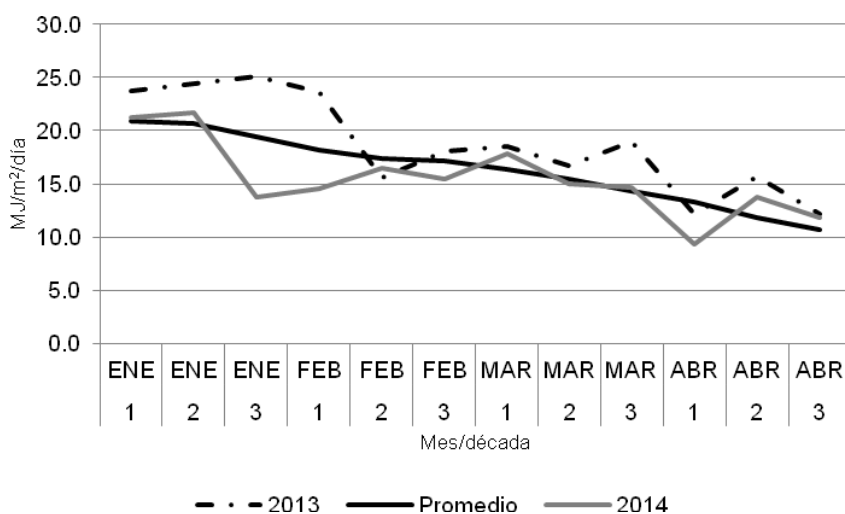


Figura 8. Registros decádicos de radiación solar desde enero a abril.

COMENTARIOS GENERALES

Se registró un incremento de la temperatura media en diciembre que permitió adelantar el ciclo del cultivo de las siembras tempranas. Hubo incidencia de niveles de radiación inferiores al promedio y aún al año anterior por un período aproximado de un mes a partir de la segunda década del mes de enero que tuvo su influencia principalmente en las siembras tardías.

RIEGO

EFFECTO DEL MOMENTO DE RETIRO DEL AGUA Y MOMENTO DE COSECHA EN LAS VARIETADES PARAO Y EL PASO 144

S. Riccetto¹, M.C. Capurro², S. Martínez³ y A. Roel⁴

Palabras clave: momento óptimo de cosecha, retiro de agua, caracterización microclimática.

1. INTRODUCCIÓN

Existen factores de manejo que pueden afectar el rendimiento y la calidad molinera del cultivo de arroz, dentro de éstos se destaca el momento de retiro de agua y el momento de cosecha.

En la Estación Experimental del Este se han realizado diferentes trabajos en la década del 80 y 90 referentes a momentos de retiro de agua y momentos de cosecha para las variedades Bluebelle, INIA Caraguatá, INIA Yermal, INIA Tacuarí, El Paso 144 e INIA Olimar (para esta última en la pasada década); con resultados diferentes dependiendo del año y condiciones del ensayo.

En el 2011/2012, 2012/2013 y 2013/2014, Roel, Capurro y Riccetto llevaron a cabo un proyecto para estudiar el efecto del momento de retiro de agua y el momento de cosecha en la nueva variedad Parao en comparación con El Paso 144 (EP144), cuyos resultados individuales fueron publicados en su año correspondiente.

El siguiente resumen reporta los resultados obtenidos a partir del análisis conjunto de las tres zafas evaluadas en dicho estudio, que tiene por objetivo determinar el mejor manejo del cultivo que permita optimizar el uso del agua y maximizar el rendimiento de la variedad Parao en comparación con EP144.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos fueron instalados en la Unidad Experimental Paso de la Laguna- INIA Treinta y Tres durante las zafas 2011/2012, 2012/2013 y 2013/2014. El manejo general del cultivo se detalla en el cuadro 1.

Cuadro 1. Manejo general del cultivo

	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Siembra* y fertilización basal	20/10/2011 184 kg/ha 9-40-13	19/10/2012 166 kg/ha 8-39-15	5/10/2013 53 kg/ha 0-46-0 + 177kg/ha 9-25-25
Emergencia	12/11/2011 ambas variedades	3/11/2012- EP144 6/11/2012- Parao	25/10/2013- EP144 30/10/2013- Parao
Aplicación herbicida	19/10-Glifosato 30/10-Clomazone 15/11-Quinclorac +Pirazosulfuron-etil	26/10-Glifosato. 13/11-Clomazone+ Penoxulam+ Pirazosulfuron-etil	6/11/2013-Clomazone+ Quiclorac+Cihalofop butil + Pirazosulfuron-etil
Urea a macollaje e inundación	12/12/11- 60 kg/ha	3/12/12- 60 kg/ha	26/11/2013- 60 kg/ha
Urea primordio	9/01/2012- 60 kg/ha	28/12/2012- 60 kg/ha	17/12/2013- 60 kg/ha
Floración (50%)	10/02/12- Parao 19/02/12- EP144	28/01/2013- Parao 11/02/2013- EP144	24/01/2014- Parao 29/01/2014- EP 144

* población objetivo en ambas variedades: 450 semillas viables/m²

Cuadro 2. Tratamientos

Retiro de agua (DDF*)	Momento de cosecha (DDF)
0	30
15	45
30	60
45	75
SR**	

*DDF: días después de alcanzar el 50 % floración.

**SR: sin retiro de agua

¹ Ing. Ag., INIA. Programa Arroz sriccetto@inia.org.uy

² Ing. Ag., INIA. Programa Arroz 2011-2013 mcapurro@inia.org.uy

³ Ing. Ag., INIA. Programa Arroz smartinez@inia.org.uy

⁴ Ph.D., INIA. Programa Arroz. aroel@inia.org.uy

El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas en bloques completos al azar, con tres repeticiones, para cada variedad. A la parcela grande se le asignó el factor retiro de agua. Esta fue dividida en cuatro subparcelas y cada una de ellas representó un momento de cosecha.

3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS CONJUNTO DE LAS TRES ZAFRAS

Caracterización fenológica

Si bien ambas variedades son de ciclo largo, éstas presentan claras diferencias fenológicas entre sí. En el promedio de los tres años, Parao presentó un ciclo emergencia-floración de 86 días, mientras que para EP 144 éste período fue de 98 días. Esta diferencia de 12 días es atribuida al acelerado desarrollo que presenta Parao a partir de la etapa de primordio con respecto a EP144.

Efecto sobre el rendimiento y sus componentes

Cuadro 3. Rendimiento y sus componentes en la variedad Parao.

Retiro de agua	Rendim.* (kg/ha)	Rend/verde (kg/ha)	Humedad (%)	Verde (%)	Panojas/m ²	G.tot/pan	Esterilidad (%)	PMG (g)
0	8545 c	8130 c	23,3 b	12,9 c	508	150	22,7 a	25,4
15	9131 b	8619 b	23,2 b	14,3 bc	482	144	18,9 b	25,6
30	9628 a	9017 ab	24,6 a	16,5 a	505	148	19,1 b	25,7
45	9554 ab	8979 ab	24,8 a	15,5 ab	510	146	18,7 b	25,9
SR	9727 a	9174 a	24,9 a	16,7 ab	507	139	17,4 b	25,7
p>F	0,0002	0,0005	<0,0001	0,0028	ns	ns	0,0003	ns
p>F (Ret*año)	0,035	0,0483	ns	ns	ns	ns	ns	ns
M. cosecha								
30	7886 c	6398 c	29,4 a	40,8 a	481 b	143	33,8 a	25,5 b
45	9674 b	9118 b	25,0 b	14,3 b	500 b	151	17,8 b	26,1 a
60	9996 a	9906 a	22,4 c	4,2 c	549 a	143	13,9 c	25,5 b
75	9712 ab	9712 a	19,7 d	0,7 d	480 b	144	11,9 d	25,6 b
p>F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	ns	<0,0001	0,0007
p>F (MC*año)	ns	<0,0001	<0,0001	<0,0001	ns	0,0009	<0,0001	0,0206
p>F (MC*Ret)	0,022	0,0025	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Media	9274	8727	24,4	15,0	502	146	19,7	25,7
CV (%)	8,3	8,6	3,4	23,3	15,0	10,8	22,5	3,3

Cuadro 4. Rendimiento y sus componentes en la variedad EP144.

Retiro de agua	Rendim.* (kg/ha)	Rend/verde (kg/ha)	Humedad (%)	Verde (%)	Panojas/m ²	G.tot/pan	Esterilidad (%)	PMG (g)
0	7497 c	7367 c	18,9 d	4,8 b	518	116 c	22,8	24,6 b
15	9138 b	8877 b	20,3 c	6,9 a	516	123 ab	17,6	25,3 a
30	9323 ab	9029 ab	20,8 bc	7,5 a	523	122 bc	16,9	25,4 a
45	9928 a	9621 a	21,2 ab	7,7 a	522	129 a	17,9	25,6 a
SR	9624 ab	9335 ab	21,3 a	7,8 a	523	123 ab	19,0	25,7 a
p>F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	ns	0,0119	ns	0,0175
p>F (Ret*año)	ns	ns	0,028	ns	ns	ns	ns	ns
M. cosecha								
30	9279 a	8502 b	26,3 a	19,3 a	522 b	123 b	23,7 a	25,0 b
45	9453 a	9202 a	22,1 b	7,6 b	558 a	130 a	16,6 b	25,4 a
60	9312 a	9312 a	18,0 c	0,7 c	496 b	121 b	16,9 b	25,3 ab
75	8365 b	8365 b	15,6 d	0,1 c	505 b	115 c	18,3 b	25,6 a
p>F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0012	<0,0001	<0,0001	0,0053
p>F (MC*año)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0064	ns	0,0011
p>F (MC*Ret)	ns	ns	<0,0001	0,0034	ns	ns	ns	ns
Media	9117	8861	20,5	6,9	520	122,7	18,8	25,3
CV (%)	10,4	10,6	4,3	34,8	15,4	9,9	39,6	3,7

*Rendimiento corregido a 13% humedad. ** letras diferentes difieren estadísticamente entre sí (p < 0,05).

El rendimiento promedio de las variedades en las tres zafras evaluadas fue de 9274 y 9117 kg/ha para Parao y EP144 respectivamente, los cuales no difirieron estadísticamente entre sí (p < 0,05). Tanto el momento de retiro de agua como el momento de cosecha presentan efectos muy significativos en el rendimiento de ambas variedades.

Al evaluar el efecto del momento de cosecha sobre el rendimiento en la variedad Parao, se puede observar que los rendimientos se maximizan a partir de la cosecha 60 DDF, rendimiento que se mantiene estable hasta la cosecha realizada a los 75 DDF.

Para EP144 el momento óptimo de cosecha se da a los 45 DDF, y al igual que para Parao, el rendimiento no se ve afectado en cosechas realizadas en los subsiguientes 15 días. Sin embargo, en esta variedad se produce una clara merma del rendimiento hacia la última cosecha (75 DDF), donde la humedad del grano es muy baja y se producen mayores pérdidas por desgrane natural y acamado de plantas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Roel y Blanco (1997), quienes encontraron que los mayores rendimientos de la variedad EP144 se obtenían en cosechas realizadas entre los 45 y 55 DDF.

El retiro de agua más temprano (0 DDF) afectó el rendimiento en ambas variedades. Para el caso de Parao el rendimiento de este tratamiento fue 9% inferior al resto de los tratamientos, mientras que para EP 144 esta reducción fue del 20%. Los componentes del rendimiento que se vieron significativamente afectados ($p < 0,05$) por el retiro de agua más temprano fueron el porcentaje de esterilidad en la variedad Parao, y el número de granos por panoja y peso de mil granos en El Paso 144.

Caracterización microclimática

Durante las zafas 2011/12 y 2012/13 se estudió el efecto de la lámina de agua sobre la temperatura y humedad relativa a nivel de panoja, evaluados desde la floración hasta la última cosecha en Parao.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos con lámina de agua (SR) y sin lámina de agua (0) sobre la temperatura atmosférica a nivel de panoja.

	Temp media (°C)	T máx* (°C)	T. mín* (°C)	Amplitud (°C)	N°horas<15°C	N°horas>28°C
SR	19,9	28,6	13,6	15,1	408,0	192,5
0	19,7	28,8	12,9	15,9	438,5	201,0

*promedio de temperaturas máximas y mínimas.

La lámina de agua tuvo un efecto buffer sobre la temperatura, donde la amplitud térmica en el tratamiento sin retiro de agua es menor y presenta a su vez temperaturas mínimas superiores con respecto al tratamiento con retiro de agua temprano. Asimismo, el tratamiento SR presenta menor cantidad de horas con temperaturas <15°C, temperatura crítica para la esterilidad, principalmente en la anthesis (Satake, 1976). La humedad relativa se vio afectada por la presencia de lámina de agua, donde el tratamiento SR presentó menor amplitud y mayor humedad relativa media y mínima que el tratamiento 0 DDF.

4. CONCLUSIONES

Del análisis conjunto de las tres zafas se desprende que las variedades presentan:

- 1) Ciclos fenológicos diferentes. Parao presentó un ciclo emergencia-floración de 86 días, mientras que para EP 144 éste período fue de 98 días. Esta diferencia de 12 días es atribuida al acelerado desarrollo que presenta Parao a partir de la etapa de primordio con respecto a EP144.
- 2) Momentos de cosecha óptimos diferentes, siendo a los 60 DDF en Parao y a los 45 DDF en EP144.
- 3) Largo de ciclo similares. Si bien se trata de una diferencia de 15 días entre los momentos óptimos de cosecha entre las variedades, esto no se traduce en mayor largo de ciclo, ya que Parao florece en promedio 12 días antes que EP 144. Por lo tanto, el mayor largo de ciclo floración-cosecha óptima en la variedad Parao es compensado por una menor duración del período emergencia-floración, resultando en largo de ciclos a cosecha muy similares entre ambas variedades.
- 4) Efecto del retiro de agua similares. El retiro de agua más temprano (0 DDF) afectó el rendimiento en ambas variedades, siendo la variedad EP144 la que presentó mayor reducción del rendimiento. Retiros de agua posteriores a los 15 DDF no afectan el rendimiento en ambas variedades.

5. AGRADECIMIENTOS

A Néstor Saldain por su contribución en los análisis estadísticos y a los funcionarios de la sección: Adán Rodríguez, Alexander Bordagorri, Irma Furtado, Matías Oxley, Gustavo Rodríguez y Santiago Ruete.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ROEL, A.; BLANCO, F.** 1997. Arroz, Resultados Experimentales 1996-1997; Riego; Retiros de agua y momentos de cosecha en tres cultivares de arroz. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N°135. pp. 1-16.
- SATAKE, T.** 1976. Sterile-type cool injury in paddy rice plants. Pages 281-300 *in* International Rice Research Institute. *Climate and rice*. Los Baños, Philippines.

MANEJO DE SUELOS Y NUTRICIÓN VEGETAL

RESPUESTA DEL CULTIVAR PARAO A LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y A SU FRACCIONAMIENTO

R. Méndez,¹ J. Castillo², S. Martínez³, B. Sosa⁴, L. Casales⁵

PALABRAS CLAVE: fraccionamiento del N, nitrógeno, arroz

1. INTRODUCCIÓN

En los distintos estudios que se han realizado en la zona este para el manejo de la fertilización con nitrógeno (N) se ha determinado una mayor eficiencia del fraccionamiento durante el ciclo de la planta. Los primeros estudios fueron efectuados con la variedad Bluebelle y después se continuó luego de la liberación de los cultivares El Paso 144 e INIA Tacuarí. En los mismos se efectuaron trabajos con el manejo del nitrógeno en ensayos en donde se estudiaron las dosis más adecuadas del nutriente y su fraccionamiento en distintos suelos de la Cuenca de la Laguna Merin debido al mayor rendimiento y al tipo de planta de los nuevos cultivares. El mismo esquema de trabajo con iguales procedimientos y objetivos se realizaron con INIA Olimar.

Para el nuevo cultivar Parao debido a sus características agronómicas de alto potencial de rendimiento el manejo de la fertilización nitrogenada puede ser diferente al realizado para los cultivares El Paso 144, INIA Tacuarí e INIA Olimar justificándose el estudio de la determinación de la dosis y fraccionamiento del nitrógeno a efectuar.

El objetivo de los trabajos es la determinación de la dosis de N y el mejor fraccionamiento del N adecuados para el nuevo cultivar.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño utilizado fue un factorial dispuesto en bloques al azar con cuatro repeticiones con la inclusión de dos tratamientos, uno con la aplicación de N en 3 momentos y un testigo sin N en todo el ciclo. El primer factor fueron 5 fraccionamientos y el segundo 3 dosis de N (15 tratamientos) y con los dos ya mencionados se totalizó 17 (Cuadro 3). Fue instalado en tres localidades con el mismo diseño: La Charqueada (perdido por resiembra natural de El Paso 144), Los Arroyitos (San Luis) y Paso de la Laguna. Por lo tanto se presenta la información de estos dos últimos ensayos.

Previo a la siembra se realizó un muestreo de suelos por bloque cuyos resultados se observan en los cuadros 1 y 2. El % C. org. se debe multiplicar por 0,81 de acuerdo al método usado actualmente.

Cuadro 1. Resultado del análisis de suelos al momento de la siembra. Los Arroyitos

Bloque	pH (H ₂ O)	C. org. (%)	Bray I (ppm)	Ac. Cítrico (ppm)	K (meq/100g)
1	6,1	1,66	1,8	3,4	0,22
2	6,1	1,70	1,8	3,4	0,27
3	5,8	1,75	0,8	3,4	0,23
4	5,8	1,88	1,8	3,4	0,28

Cuadro 2. Resultado del análisis de suelos al momento de la siembra. Paso de la Laguna

Bloque	pH (H ₂ O)	C. org. (%)	Bray I (ppm)	Ac. Cítrico (ppm)	K (meq/100g)
1	5,6	1,44	1,8	8,5	0,16
2	5,6	1,52	1,8	8,5	0,18
3	5,4	1,45	2,9	8,5	0,20
4	5,6	1,43	2,9	8,5	0,16

¹ Dr., INIA. Programa Arroz. rmendez@inia.org.uy

² Ing. Agr. INIA. Programa Arroz. jcastillo@inia.org.uy

³ Ing. Agr. INIA. Programa Arroz. smartinez@inia.org.uy

⁴ Téc. Agrop. INIA. Programa Arroz

⁵ INIA. Asistente Inv.

Cuadro 3. Información sobre los tratamientos

Tratamientos	Fraccionamiento	%Dosis N macollaje	% Dosis EE	% Dosis Embarrigado	Dosis de N (kg/ha)
1	1	0	100		50
2	2	25	75		50
3	3	50	50		50
4	4	75	25		50
5	5	100	0		50
6	1	0	100		100
7	2	25	75		100
8	3	50	50		100
9	4	75	25		100
10	5	100	0		100
11	1	0	100		150
12	2	25	75		150
13	3	50	50		150
14	4	75	25		150
15	5	100	0		150
16		33	33	33	100
17		0	0	0	0

En Los Arroyitos la fecha de siembra fue el 9 de octubre con una fertilización de 144 kg/ha de supertriple y 164 kg/ha de semilla. Las fechas de las coberturas que correspondieron a los tratamientos fueron: al macollaje el 26 de noviembre, al inicio de elongamiento de entrenudos el 27 de diciembre y al embarrigado el 13 de enero, en agua. Al macollaje se aplicó urea y se inundó a los dos días y en la etapa reproductiva se drenó para aplicar los tratamientos y se repuso la inundación dos días después. El resto del manejo fue el correspondiente al efectuado por el productor.

En Paso de la Laguna se sembró el 3 de octubre con 164 kg/ha de semilla con aplicación de 99 kg/ha de supertriple y 75 kg/ha de KCl. Los tratamientos de N como urea se efectuaron el 15 de noviembre, al macollaje, el 17 de diciembre al inicio de la etapa reproductiva y el 13 de enero al embarrigado, en agua. Al macollaje la aplicación fue en seco y se inundó inmediatamente y la segunda cobertura se drenó, se fertilizó y se repuso el agua a los dos días.

Durante el experimento se realizaron diferentes determinaciones pero se reportan rendimiento en grano corregido por análisis de molino y la lectura de enfermedades al final del ciclo.

En las dos localidades se efectuaron dos tipos de análisis estadístico para el rendimiento en grano corregido por el análisis de molino: uno con los 17 tratamientos para detectar respuesta a N y otro con el factorial 5 x 3.

3. RESULTADOS

Tanto en Los Arroyitos como en Paso de la Laguna no se obtuvo respuesta a N en el análisis con los 17 tratamientos ni efectos del fraccionamiento, dosis o su interacción en el factorial 5 x 3. Para observar las tendencias se muestran los rendimientos del análisis con los 17 tratamientos ordenados de mayor a menor (Cuadro 4). En Paso de la Laguna las dosis más altas estuvieron en los primeros lugares tal vez debido a una fertilidad inferior a Los Arroyitos en donde las dosis menores tendieron a ocupar los primeros lugares.

En referencia a las enfermedades no tuvieron gran efecto en virtud de los rendimientos obtenidos. No fue observado brusone en ambas localidades en cambio hubo incidencia de las del tallo pero con índices bajos. En Paso de la Laguna hubo mayor incidencia de *Rhizoctonia* que presentó significancia a dosis de N siendo mayor su incidencia con las dosis altas pero con niveles intrascendentes mientras que *Sclerotium* no fue significativo. En los Arroyitos hubo mayor importancia del *Sclerotium* y menor de la *Rhizoctonia* pero en niveles no importantes.

Cuadro 4. Rendimientos en grano (kg/ha) en las dos localidades.

Tratamientos	Paso de la Laguna	Tratamientos	Los Arroyitos
16	11137	5	10785
13	10992	9	10770
8	10851	1	10589
9	10835	15	10498
7	10809	16	10489
10	10775	14	10421
2	10716	2	10101
5	10521	13	10073
12	10487	12	10048
15	10478	3	10040
4	10282	8	10033
14	10205	10	10022
11	10162	7	9995
1	10117	4	9904
3	10062	11	9765
6	9943	6	9733
17	9933	17	9398
Promedio	10488		10157
CV (%)	6,97		7,21

4. CONSIDERACIONES FINALES

En las dos localidades consideradas para el estudio no se detectaron efectos de dosis de N ni al fraccionamiento ni a la interacción quizás debido a la incidencia del clima con restricciones de radiación solar en etapas claves de expresión del rendimiento. No obstante, los niveles de rendimientos fueron adecuados, pero dicha causa no permitió expresar mayor potencial y efectos de la aplicación de N. El nivel de producción fue aceptable y en tendencia en Paso de la Laguna las dosis altas de N permitieron obtener rendimientos mayores mientras que en Los Arroyitos las más adecuadas fueron las más bajas.

5. AGRADECIMIENTOS

A los productores Alfonso Gomez, Sergio Gomez y Raúl Servetto por permitir la siembra de los ensayos en sus chacras. Al Ing. Agr. Marcelo Segovia por la asistencia en el mantenimiento del mismo en la localidad de La Charqueada.

FERTILIZACIÓN N EN ARROZ EN BASE A INDICADORES OBJETIVOS. ¿QUÉ SABEMOS LUEGO DE 3 AÑOS DE EXPERIMENTACIÓN?

J. Castillo¹, J. Terra², A. Ferreira³, R. Méndez⁴

PALABRAS CLAVE: P.M.N, absorción N, niveles críticos.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema arrocero uruguayo presenta algunas características que lo diferencian de la mayoría de los sistemas productores del mundo. Dentro de las más importantes encontramos aspectos agronómicos como la siembra en suelo seco, la rotación con otras culturas, el uso de pasturas leguminosas en un porcentaje cercano al 50% de la superficie nacional, una alta variabilidad en el tipo de suelos y micro cuencas climáticas, mencionándose dentro de los aspectos logísticos una alta tecnificación e integración en todas las etapas de la cadena arrocera (DIEA, 2012; Palmer, N. 2012)

Esta diversidad de situaciones (suelos, antecesores, historia etc.) podría significar que los requerimientos de N no serían iguales para todas las situaciones por lo que contar con parámetros que ayuden a identificar esas situaciones resultaría en una herramienta de utilidad.

A nivel internacional existen numerosos trabajos enfocados al desarrollo de parámetros para realizar la fertilización N en forma objetiva. Algunos son basados en análisis de suelos de rutina (Russell *et al.* 2005), en fracciones orgánicas de N (Roberts *et al.* 2011), o enfocados en la mineralización de N del suelo (Sahrawat *et al.* 2003), y otros basándose en instrumental desde muy sencillo como la leaf color chart (Witt *et al.* 2005; Islam *et al.* 2007) hasta imágenes multiespectrales (Tubaña *et al.* 2011).

Para las condiciones de Uruguay no se ha generado este tipo de información por lo que a partir de la zafra 2011/12 se comenzó a instalar una red experimental a nivel del este, centro y norte del país con el objetivo de explorar parámetros de suelo y planta de arroz que permitieran predecir la respuesta en rendimiento del cultivo de arroz frente al agregado de N en los momentos de V5 (macollaje) y R0 (primordio).

Los resultados preliminares de las primeras 2 zafas identificaron a los parámetros potencial de mineralización de N (P.M.N) ($R^2=0,65$ y $R^2=0,55$) y absorción de N ($R^2= 0,69$ y $R^2= 0,55$) como los de mejor ajuste al momento de predecir la respuesta en rendimiento en el año 1 y 2 respectivamente. (Castillo *et al.* 2012; Castillo *et al.* 2013).

Los objetivos del trabajo son la búsqueda de indicadores asociados a la respuesta a la fertilización N y la definición de niveles críticos para esos indicadores. La información es analizada separando grupos de respuesta según la metodología de Cate & Nelson (1971) en base a rendimientos relativos del testigo frente al mejor tratamiento N asociado a un parámetro o indicador.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

51 experimentos a nivel de campo fueron instalados en cultivos comerciales del este, centro y norte del país en las zafas 2011/12, 2012/13 y 2013/14. Éstos combinaron: diferentes variedades, antecesores, localidades, tipos de suelos, fertilidad natural, manejos previos y fechas de siembra.

La aplicación de los tratamientos se realizó en los momentos V6-V7 y R0-R1 (Counce *et al.* 2002). Para cada momento se seleccionaron una serie de parámetros candidatos a ser evaluados como indicador en base a la predicción de respuesta de la fertilización N.

A V6-V7 fueron tomadas muestras de suelo y planta. Las muestras de suelo (0 - 0,2 m) fueron analizadas para Carbono orgánico (C.O), N Total (NT), Potencial de Mineralización de Nitrógeno (PMN), nitratos (NO₃), Hierro, (Fe- DTPA), Bases Totales (BT), CIC y % Saturación Bases mientras sobre el cultivo se analizó acumulación de M.S, % de N .

¹ Ing. Agr., INIA. Programa Arroz. jcastillo@tyt.inia.org.uy

² Ph.D, INIA. Programa Sustentabilidad jterra@tyt.inia.org.uy

³ Idónea Arrocera. INIA.

⁴ Dr. INIA. Programa Arroz. rmendez@tyt.inia.org.uy

A R0-R1, fueron tomadas nuevamente muestras de suelo (0 - 0,2 m) y planta en este caso para analizar contenido de amonio NH_4 en suelo, NT y estimar biomasa aérea de arroz, contenido de N (%N) en planta y lecturas de S.P.A.D.

Se evaluaron 8 tratamientos de N, 4 a V6-V7 y 4 a R0-R1. Los niveles de N fueron iguales en ambos momentos utilizándose 0 – 25 – 50 y 100 kg/ha N. El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar en parcelas divididas siendo la parcela grande la dosis aplicada a V6 - V7 (macollaje) y la parcela menor la dosis aplicada a R0-R1 (diferenciación floral).

Los indicadores seleccionados son aquellos que permiten ajustar un modelo lineal-plateau (2 zonas de respuesta). La separación de los grupos de respuesta se realizó según el modelo gráfico de Cate & Nelson (1971) y por medio de la herramienta Solver del software de Microsoft Excel (Microsoft Inc., Redmond, WA), maximizando el R^2 por medio de aproximaciones sucesivas de niveles críticos.

3. RESULTADOS

Al igual que en las 2 zafas anteriores los indicadores que presentaron mejor comportamiento fueron el P.M.N a V5 y absorción de N a R0. En el primer caso este indicador cobró más robustez en comparación al año anterior permitiendo ajustar un modelo que identifica dos zonas de respuesta con un ajuste sobre los datos observados de ($R^2=0,62$).

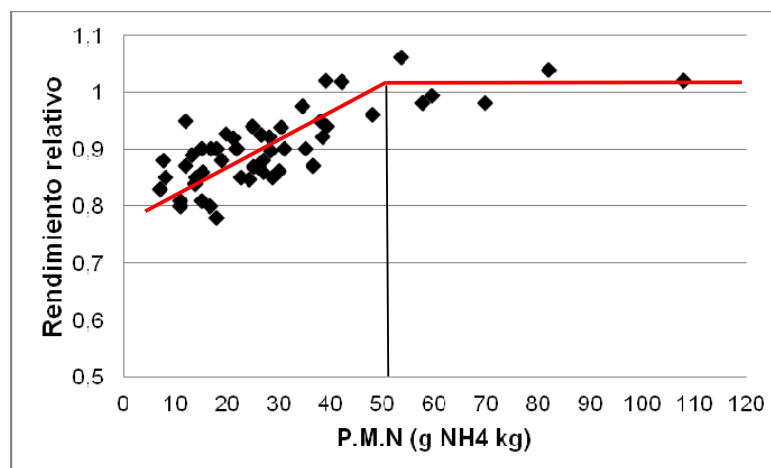


Figura 1. Respuesta a la fertilización N de los 51 experimentos analizados en función del P.M.N al estadio de V5-6 en 3 zafas y diferentes localidades.

El 88% de las situaciones encontradas estuvo situado en la zona de respuesta mientras que el 12% restante correspondiendo a situaciones de campos muy fértiles con antecesores de leguminosas en 5 de 6 casos. El modelo ajustado para la fase lineal es $y = 0,803 + 0,0037x$; $x \leq$ nivel crítico (NC). Al igual que para el análisis de las primeras 2 zafas el NC es 53,6 ppm de NH_4 . El cálculo del equivalente fertilizante (f) se calculó según la ecuación $f = D / (\text{NC} - \text{VA})$ donde f= equivalente fertilizante, D=dosis de N (kg/ha N) agregada para lograr el rendimiento óptimo, NC= nivel crítico calculado y VA= valor de análisis (P.M.N). Al igual que para el análisis parcial de los resultados, el valor de “f” calculado con todo el set de datos es de 2 kg/ha N por unidad de P.M.N a subir hasta el NC

La imposibilidad de llegar a algunos de los sitios experimentales al estadio de R0 debido a condiciones climáticas desfavorables (chacras más tardías) hizo que se tuviese una mala estimación de la M.S acumulada, %N y absorción de N en ese momento. Por este motivo estos sitios fueron retirados de la base de datos quedando 43 sitios efectivos.

A diferencia de lo ocurrido con el indicador a V5 (P.M.N), al estadio de R0 el 75% de los experimentos que fueron fertilizados a macollaje (V5) se situaron en la zona de no respuesta. En este caso el modelo ajustado para la fase lineal es $y = 0,517 + 0,008x$; $x \leq$ NC. El NC calculado es de 51,3 kg/ha N absorbido, valor muy similar a los calculados previamente con la información preliminar de los años previos. No obstante el ajuste fue más débil ($R^2 = 0,47$ vs. $R^2 = 0,55$) en comparación con las zafas anteriores posiblemente por la incidencia climática desfavorable posterior a las determinaciones y agregado de los tratamientos de R0. El “f” fue el mismo que el manejado para los años anteriores (6 kg/ha N por kg de N

a absorber hasta el NC) con n=10, lo que lo hace un valor de referencia más débil que el f manejado para el indicador P.M.N (n=45).

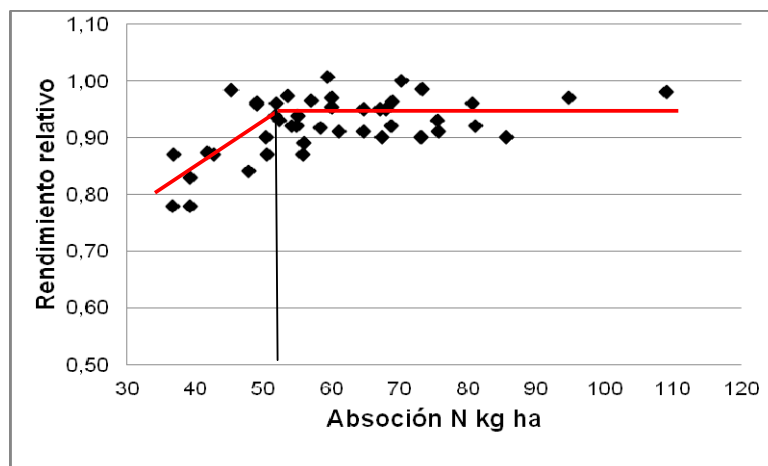


Figura 2 Respuesta a la fertilización N de los 43 experimentos analizados en función de la absorción de N al estadio de R0 en 3 zafros y diferentes localidades.

3. CONCLUSIONES

Finalizados 3 años de experimentación del proyecto de indicadores de N, fueron encontrados resultados alentadores. Consistentemente los indicadores P.M.N para el estadio de macollaje (V5) y absorción de N a diferenciación panicular (R0) presentaron los mejores ajustes en cuanto a su poder predictivo en la respuesta a la fertilización N. En función de estos resultados se cree que se está en condiciones de ingresar con esta tecnología a una etapa de validación a nivel comercial.

4. BIBLIOGRAFÍA

CASTILLO J., MENDEZ R., TERRA J. 2012. Indicadores para la recomendación de fertilización en el cultivo de arroz. Resultados preliminares 1º año. Treinta y Tres, INIA, Cap.3, p. 4-10 (Serie Actividades de Difusión 686).

CASTILLO J., TERRA J. MENDEZ R., 2013. Fertilización N en arroz en base a indicadores objetivos. Treinta y Tres, INIA, Cap.3, p. 7-9 (Serie Actividades de Difusión 713).

DIEA 2012. Encuesta de arroz Zafra 2011/12. Serie encuestas N° 307. www.mgap.gub.uy

ISLAM Z., BAGCHI B., HOSSAIN M. 2007. Adoption of leaf color chart for nitrogen use efficiency in rice: Impact assessment of a farmer-participatory experiment in West Bengal, India. *Field Crop Research*. 103: 1. pp 70-75.

PALMER N. 2012. Uruguay: a small country, big in rice. *Rice Today* Vol 11, N°3. Pp 21-23

ROBERTS T.L., ROSS, W.J., NORMAN R.J., SLATON N.A., WILSON JR., C.E., 2011. Predicting nitrogen fertilizer needs for rice in Arkansas using alkaline hydrolizable-nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am J.* 75, 1161-1171.

RUSSELL C.A., DUNN B.W., BATTEN G.D., WILLIAMS R.L., ANGUS J.F., 2006. Soil test to predict optimum fertilizer nitrogen rate for rice. *Field Crops Research* 97: 286-301.

SAHRAWAT K.L., NARETH L.T., 2003. A Chemical Index for Predicting Ammonium Production in Submerged Rice Soils. *Communications in soil science and plant analysis*. Vol 34, Nos 7 & , pp 1013-1021.

TUBAÑA B., HARREL D., WALKER T., PHILLIPS S. 2011. Midseason Nitrogen Fertilization Rate Decision Tool for Rice Using Remote Sensing Technology. *Better Crops*. 95: 1

WITT C., PASUQUIN J.M.C.A., MUTTERS R., BURESH R.J. 2005. New leaf color chart for effective nitrogen management in rice. *Better Crops* 89: 1.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN N-P-K EN DIFERENTES VARIEDADES DE ARROZ. IMPACTO A NIVEL PRODUCTIVO Y ECONÓMICO

J. Castillo¹, A. Ferreira², R. Méndez³

PALABRAS CLAVE: N-P-K arroz, fertilización objetiva, variedades

1. INTRODUCCIÓN

Detrás de cada programa de recomendación de fertilización de cultivos existe entre otros, información básica de nutrición vegetal, dinámica de nutrientes y una estrategia o filosofía de fertilización. Dentro de las más utilizadas se menciona la de nivel de suficiencia (Vitosh *et al.* 1995; Mallarino A. 2005) el cual realiza la fertilización tomando como blanco al cultivo. En tal sentido se fertiliza hasta un nivel crítico o de suficiencia por encima del cual la probabilidad de encontrar respuesta en rendimiento es muy baja. Otra filosofía es la de subir y mantener (Hanlon *et al.* 2009) la que tiene un enfoque de fertilizar el suelo hasta alcanzar un punto de nivel óptimo o de saturación en un plazo determinado para luego agregar las cantidades de nutriente exportados por el grano. Enfoques intermedios son los que consideran el balance de nutrientes considerando la oferta del ambiente, las entradas por fertilizante y las salidas asociadas a las pérdidas y exportación en grano asociado a la expectativa de rendimiento (Dobermann y Fairhurst 2000).

En Uruguay el arroz es fertilizado en base a información generada con ensayos de dosis/respuesta para cada variedad y en diversas localidades. No obstante en la práctica casi la totalidad del área nacional es fertilizada con los mismos nutrientes y dosis o con leves variaciones de éstas (Castillo, 2013). En la actualidad se cuenta con información que permitiría realizar la fertilización del cultivo de arroz asociado a parámetros más precisos.

El objetivo del trabajo es evaluar diferentes criterios y/o filosofías de fertilización N-P-K en las variedades de arroz: El Paso 144, INIA Olimar, INIA Tacuarí y Parao así como su impacto en parámetros vegetativos, fenológicos y productivo/económicos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante las zafas 2012/13 y 2013/14 fueron instalados en la Unidad Experimental Paso de la Laguna 2 experimentos que evaluaban diferentes formas de fertilizar al arroz. Previo a la siembra fueron tomadas muestras de suelo (0-0,20m) las que servirían para el posterior diseño de los tratamientos 4 y 5 (Cuadro 1). La siembra fue realizada el 16 y 7 de octubre para los años 2012 y 2013 respectivamente, buscándose una población objetivo de 250 pl/m². Las variedades utilizadas fueron INIA Olimar, El Paso 144, INIA Tacuarí y Parao las que fueron tratadas con 100 cc de Thiametoxam/100 kg de semilla.

Cuadro 1. Análisis de suelos para las zafas 2012/13 y 2013/14

	2012/13	2013/14
FÓSFORO AC. CÍTRICO (ppm)	7	8
POTASIO INT. (meq.K 100 gr)	0,26	0,17
MAGNESIO (meq.K 100 gr)	4,2	3,9
POTENCIAL DE MINERALIZACIÓN DE NITRÓGENO (mg/kg)	29	22,7
CALCIO (meq.K 100 gr)	9,6	8,7
CARBONO ORGÁNICO (%)	1,3	1,1
NITRÓGENO TOT. (%)	0,16	0,18

Los criterios de fertilización utilizados fueron: 1- Testigo absoluto (TE-AB); 2- Testigo comercial (TE-COM); 3- Agregado de fertilizante subjetivo elevado (FERT-EL); 4- Agregado de fertilizante según nivel de rendimiento (FERT-REND); 5- Agregado de fertilizante objetivo en base a indicadores (FERT-IND).

¹ Ing. Agr., INIA. Programa Arroz. jcastillo@tyt.inia.org.uy

² Idónea Arrocería, INIA.

³ Dr. INIA. Programa Arroz. rmendez@tyt.inia.org.uy

Las determinaciones realizadas consistieron de población lograda a los 30 días luego de la siembra, acumulación de M.S, Spad y LCC a R3 y a cosecha estimación de M.S, fecha de floración, componentes de rendimiento y rendimiento en grano (S.S.L 13% hum).

Cuadro 2. Dosis de fertilizante utilizadas en función de los tratamientos evaluados.

Año/Tratamiento	Fertilización basal	Urea (kg/ha)	
		Macollaje	Elongación
2012 TE- AB (Testigo absoluto)	0	0	0
2012 TE- COM (Testigo Comercial)	120 kg/ha 18-46-0	50 kg	50 kg
2012 FER-EL (Agregado elevado)	180 kg/ha 18-46-0 + 300 kg/ha KCl	150 kg	150 kg
2012 FER- REND (Nivel rendimiento)	68 kg/ha 18-46-0 + 84 kg/ha KCl	98 kg/ha	98 kg/ha
2012 FER-IND (Según indicadores).	40 kg/ha KCl	*50 kg/ha	x=90 kg
2013 TE- AB (Testigo absoluto)	0	0	0
2013 TE- COM (Testigo Comercial)	120 kg/ha 18-46-0	50 kg	50 kg
2013 FER-EL (Agregado elevado)	180 kg/ha 18-46-0 + 300 kg/ha KCl	150 kg	150 kg
2013 FER- REND (Nivel rendimiento)	87 kg/ha 18-46-0 + 117 kg/ha KCl	111 kg/ha	111 kg/ha
2013 FER-IND (Según indicadores).	157 kg/ha KCl	**118 kg/ha	x= 65 kg

*según NC calculado para 1er año, ** según NC calculado para 2do año

Las respuestas agronómicas y económicas fueron evaluadas con modelos mixtos donde el año, la fertilización, las variedades y sus interacciones fueron considerados efectos fijos, mientras los bloques fueron considerados efectos aleatorios. La separación de medias fue según LSD ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS

Todas las variables analizadas (Cuadro 3) presentaron diferencias significativas según el año, la variedad y el tratamiento de fertilización evaluado.

Cuadro 3. Análisis de varianza para las variables en estudio

	MS.R3	MSPaj cos	Rend.SSL	IK (U\$S)	CT(U\$S)	MB(U\$S)
Año	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Var	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Trat	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Año*Var	<0,0001	Ns	Ns(0,062)	0,0285	ns	0,0430
Año*Trat	Ns	Ns	0,0088	0,0100	<0,0001	0,0117
Var*Trat	Ns	Ns	Ns(0,083)	Ns(0,080)	0,0227	Ns
Año*Var*Trat	Ns	Ns	ns	ns	Ns(0,0595)	ns

La acumulación de MS (kg/ha) al estadio de R3 (prefloración) mostró diferencias entre zafras siendo de 11,24 vs 9,66 kg/ha para el 1^{er} y 2^{do} año. El análisis hecho por variedad mostró que la acumulación de MS fue mayor para INIA Olimar (INIA Olimar>EP144>Parao>INIA Tacuarí). La acumulación de MS debido al efecto de los tratamientos de fertilización mostró para el FERT-EL 12470 kg/ha, FERT-REND 11110 kg/ha, FERT-IND 10170 kg/ha, TE-COM 10130 kg/ha y TE-AB 8370 kg/ha. Los 2 primeros fueron estadísticamente diferentes entre sí y el resto. Los tratamientos FERT-IND y TE-COM fueron iguales entre sí y diferentes de los 2 primeros y el último.

A nivel de rendimiento en grano, éste varió entre 11191 kg/ha y 9216 kg/ha para los años 1 y 2 respectivamente reflejando las mejores condiciones climáticas de la primer zafra frente a la segunda. Para los 2 años el rendimiento por variedad fue de 10975 kg/ha, 10512 kg/ha, 10510 kg/ha y 8861 kg/ha para Parao, INIA Olimar, EP 144 y Tacuarí respectivamente siendo la diferente estadísticamente esta última. Para el promedio de los años y variedades el rendimiento logrado según los tratamientos fue 10867 kg/ha, 10722 kg/ha, 10693 kg/ha, 9737 kg/ha y 8996 kg/ha para FERT-REND, FERT-EL, FERT-IND, TE-COM y TE-AB respectivamente siendo las 3 primeras iguales estadísticamente y las restantes diferentes entre ellas y el 1er grupo.

El margen bruto también mostró diferencias según el año (716 vs 73 U\$S/ha), así como el margen obtenido por variedad. Este fue de 530 U\$S/ha, 432 U\$S/ha, 426 U\$S/ha y 191 U\$S/ha para Parao, EP

144, INIA Olimar e INIA Tacuarí respectivamente. Esta última fue la que presentó diferencias estadísticas en comparación con las 3 primeras variedades. Por último para el promedio de los años y variedades, el margen obtenido por los tratamientos de fertilización fue de 565 U\$S/ha, 520 U\$S/ha, 337 U\$S/ha, 292 U\$S/ha y 260 U\$S/ha para FERT-IND, FERT-REND, TE-COM, TE-AB y FERT-EL respectivamente. Los 2 primeros tratamientos son diferentes estadísticamente de los restantes.

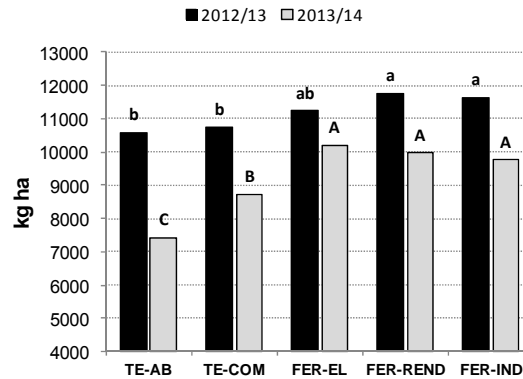


Figura 1. Rendimiento en grano según año y tratamiento. Letras en barras identificadas con minúsculas y mayúsculas iguales no difieren estadísticamente entre si dentro de cada año.

La interacción para rendimiento entre año y tratamiento estuvo explicada por el rendimiento del testigo absoluto el segundo año. Por otro lado la respuesta a la fertilización respecto al testigo comercial fue en promedio 7% la primera zafra y 14% la segunda, significando un mayor efecto de la fertilización en la zafra climáticamente peor (2013/14 vs 2012/13).

4. CONCLUSIONES

Zafras climáticamente contrastantes provocaron en términos generales una disminución en todos los parámetros evaluados cuando se compara el primer con el segundo año.

No obstante la respuesta a la fertilización tomando como base el TE-COM fue el doble el segundo frente al primer año.

Fertilizaciones elevadas tuvieron impacto en generar alta acumulación de biomasa pero esto no se correlaciona con los mayores rendimientos.

En términos económicos los tratamientos que manejaron la fertilización en forma objetiva fueron los de mejor margen bruto.

4. BIBLIOGRAFÍA

CASTILLO, J. 2013. Ajustes a la fertilización N-P-K en el cultivo de arroz. En: Jornada arroz- soja Agosto 2013. www.inia.uy/estaciones-experimentales-direcciones-regionales-actividad-2013-97

DOBERMANN A., FAIRHURST T. 2000. Rice: nutrient disorders & nutrient management. IRRI, Handbook series.

MALLARINO, A. 2005. Criterios de Fertilización Fosfatada en Sistemas de Agricultura Continua con Maíz y Soja en el Cinturón del Maíz. (en línea). Informaciones Agronómicas. 28; 9-15.

VITOSH, M; JOHNSON, J; MENGEL, D. 1995. Tri-state fertilizer Recommendation for Corn, Soy bean, Wheat and Alfalfa. (en línea). Michigan State University, Ohio State University and Purdue University. Boletín de extensión E-2567. 10-17.

MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES

REVISIÓN DE LA EFICIENCIA DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL QUÍMICO DE *PYRICULARIA ORYZAE*

S. Martínez¹

PALABRAS CLAVE: brusone, ingrediente activo, *Magnaporthe oryzae*

1. INTRODUCCIÓN

El Brusone, causado por el hongo *Pyricularia oryzae*, es la enfermedad de mayor impacto actual en el cultivo de arroz en nuestro país y en las mayores zonas productoras del mundo. Uruguay ocupa una zona marginal para el desarrollo de esta enfermedad, pero las condiciones actuales de cultivo, con la mayor parte del área sembrada con cultivares susceptibles y con técnicas de manejo tendientes a la obtención de rendimientos rentables, favorecen el desarrollo de epidemias. En la zafra 2012/2013 el 84% de las 172.518 hectáreas sembradas de arroz en el país fueron sembradas con los cultivares El Paso 144 (43% del total), INIA Olimar (26% del total) e INIA Tacuarí (15% del total) (DIEA, 2014). Estas tres variedades son altamente susceptibles a Brusone en hoja y/o cuello y en ellas han sido reportadas las mayores pérdidas por epidemias en los últimos años. En el contexto actual, la principal medida de manejo de la enfermedad es la aplicación de fungicidas preventivos al inicio de floración, siendo muy probable una segunda aplicación cuando aparecen síntomas tempranos. En años en que el clima es predisponente al desarrollo de epidemias tardías, caso ocurrido en la pasada zafra, han sido necesarias más de dos aplicaciones en algunas situaciones. En esta pasada zafra el 91% del área total fue tratada con fungicidas, 95% del área en las zonas Este y Centro, con hasta tres aplicaciones (Ricetto y Zorrilla, 2014).

En este trabajo se realiza un análisis cuantitativo de resultados de ensayos de evaluación de fungicidas para el control de Brusone. Los objetivos específicos fueron: (1) cuantificar la eficacia de tratamientos en la reducción de la enfermedad e incrementar el rendimiento; (2) determinar eficacia del fungicida dependiendo de la presión de la enfermedad y número de aplicaciones; y (3) probar las diferencias en eficacia entre ingredientes activos específicos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron construidas bases de datos con la información de ensayos de evaluación de fungicidas para el control de *Pyricularia oryzae* en arroz en el país en los últimos años. Estos datos provienen de resultados de evaluación de agroquímicos publicados o no y se encuentran disponibles ante solicitud. Los datos ingresados fueron: ingrediente activo, grupo químico, nombre comercial, número de aplicaciones, momentos de aplicación, rendimiento y síntomas a cosecha (área foliar, base de hojas, base de hoja bandera, cuellos, panojas, grano). Para síntomas se trabajó con datos disponibles, ya que no fueron evaluadas todas las características para todos los ensayos recopilados. Para ingredientes activos solo fueron analizados los grupos registrados y/o en uso para arroz. Estos incluyeron estrobilurinas (Qol), triazoles (SBI), triciclazol (MBI) y una carboxamida (SDHI). Se excluyeron bencimidazoles, desaconsejado su uso en arroz, y grupos químicos de menor importancia y sin aplicación actual. Fueron calculadas la respuesta al rendimiento R_y , rendimiento del tratamiento dividido el testigo, donde $R_y > 1$ representa un incremento con respecto al testigo. La eficacia de un tratamiento en la reducción de síntomas se expresa como R_s , siendo R_s la severidad de un síntoma del tratamiento, dividido la severidad del testigo, con $R_s < 1$ representa una disminución de síntomas con respecto al control.

3. RESULTADOS

La planilla final de datos consistió de 75 tratamientos diferentes en 6 zafras con suficiente número de entradas como para ser comparables. En el caso de los análisis generales combinados se utilizó la totalidad de datos, en el caso de análisis en detalle se utilizaron aquellos con tres o más repeticiones. La incidencia de Brusone encontrada en los testigos para los ensayos realizados cada año se muestra en el cuadro 1. La incidencia para cada síntoma fue muy variable entre años y entre órgano afectado.

¹ Ing. Agr., INIA. Programa Arroz. smartinez@tyt.inia.org.uy

Cuadro 1. Incidencia de síntomas en testigos sin tratar

Año	Nudo	bh	bhb	Cuellos	Panojas	Grano
2000-01	42,5	nd	nd	nd	55	3,7
2007-08	1,5	nd	62,4	58,4	nd	nd
2008-09	nd	62,7	nd	nd	47,4	nd
2009-10	42,8	41,4	55,2	80	55,3	nd
2011-12	29,9	0,6	6,8	14,1	14,7	20,8
2012-13	3,2	0,2	1,6	17,3	5,1	4,6

nd=no determinado para ese año. bh= base hoja. Bhb= base hoja bandera

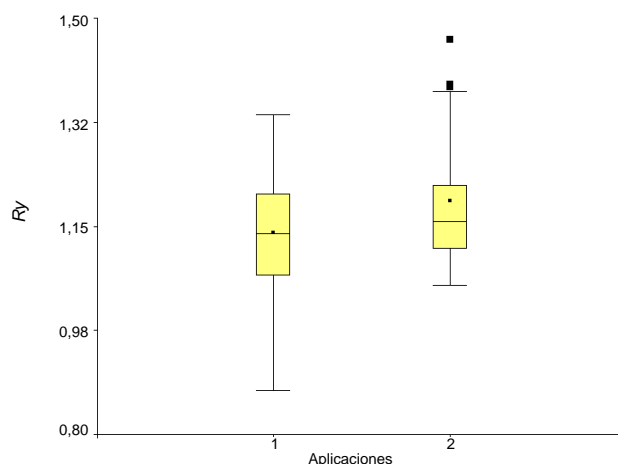


Figura 1. Respuesta relativa en rendimiento para 1 o 2 aplicaciones (Datos de todos los tratamientos)

En el total de tratamientos no se encontraron diferencias significativas en la respuesta a rendimiento ($p=0,19$) entre 1 ($n=38$, $Ry=1,139$) y 2 ($n=32$, $Ry=1,192$) aplicaciones (Figura 1), se excluyeron del análisis 5 tratamientos tardíos. En promedio los tratamientos con fungicidas aumentaron el rendimiento en un 10% (Cuadro 2), pero con diferencias entre años debido a las diferentes estrategias de aplicación.

Cuadro 2. Promedio de la respuesta relativa de los tratamientos a rendimiento e incidencia de síntomas según año.

Año	Ry	Nudo	bh	bhb	Cuellos	Panojas	Grano
2000-01	0,9902	0,5247	nd	nd	nd	0,6369	0,8224
2007-08	1,1121	1,1467	nd	0,9324	0,8603	nd	nd
2008-09	1,1396	nd	0,6537	nd	nd	0,7964	nd
2009-10	1,2703	0,7490	0,3971	0,4954	0,7665	0,5788	nd
2011-12	1,1437	0,2137	1,3395	0,5011	0,1781	0,1343	0,1430
2012-13	0,9473	1,0771	1,7617	1,4056	1,0253	1,9727	1,6344
Promedio	1,1005	0,7422	1,0380	0,8336	0,7075	0,8238	0,8666

nd=no determinado para ese año. bh= base hoja. Bhb= base hoja bandera

Para el control de síntomas la respuesta es muy variable y en algunos casos (*p. e.* año 2012-13, o nudo en 2007-08) los R_s para todos los síntomas son levemente superiores al testigo (Cuadro 2). Esto se debe a que la incidencia de Brusone fue muy baja para esos síntomas en esos años (Cuadro 1), entonces pequeñas variaciones tergiversan los datos de respuesta.

En el análisis combinado de principios activos y respuesta en control de la enfermedad se encontraron diferencias estadísticas para síntomas en nudo ($p=0,007$), cuello ($p=0,007$), panojas ($p=0,02$) y grano ($p=0,03$). La respuesta al control según ingrediente activo se muestra en el cuadro 3. Fueron excluidos 9 tratamientos (5 aplicaciones tardías y 4 sin repetición).

Cuadro 3. Ingredientes activos, número de tratamientos analizados y promedios de respuesta en rendimiento y control de síntoma con diferencia estadística entre tratamientos.

Ingrediente activo	n	Ry	Rs			
			Nudo	Cuellos	Panojas	Grano
Azoxistrobin	9	1,15	0,98	0,91	0,69	.
Azoxistrobin + Ciproconazol	5	1,21	0,34	0,31	0,16	0,16
Azoxistrobin + Difenconazol	3	1,17	0,89	0,76	0,63	.
Azoxistrobin + Tebuconazol	13	1,15	0,49	0,45	0,44	0,14
Azoxistrobin + Triciclazol	2	1,24	0,42	0,57	0,43	.
Epoxiconazol + Metconazol	2	1,25	0,84	0,87	0,58	.
Estrobilurina (?) + Epoxiconazol	3	1,05	0,21	.	0,33	0,74
Fluxaproxad + Epoxiconazol	4	1,15	0,19	0,12	0,13	0,11
Kresoxym-Metil + Epoxiconazol	7	1,06	0,58	0,09	0,64	0,63
Kresoxym-Metil +Hexaconazol	3	1,3	0,85	0,89	0,69	.
Kresoxym-Metil +Tebuconazol	3	1,08	1,2	.	0,85	.
Picoxystrobin + Ciproconazol	4	1,13	0,21	0,27	0,24	0,21
Trifloxystrobin + Tebuconazol	8	1,26	0,27	0,25	0,22	0,08

Ry, rendimiento relativo, a mayor valor mayor respuesta. Rs, respuesta al control, a menor valor mayor eficiencia de control.

3. CONCLUSIONES

La aplicación de fungicidas en los momentos y dosis recomendadas ayudan a reducir los síntomas e incrementar los rendimientos en la mayoría de situaciones de ocurrencia de Brusone. Esta respuesta es menor en los ensayos en que las aplicaciones fueron ante la aparición de síntomas (Ávila y Beldarrain, 2001) o tardías, pasada plena floración (Martínez y Escalante, 2013). Asimismo, la respuesta es menor y aleatoria en casos de baja presión. No existen diferencias significativas entre 1 y 2 aplicaciones, aunque para este último caso fue mayor el Ry y esto es debido a dos grandes razones: la incidencia de Brusone posterior a la primera aplicación y el momento de la aplicación. Es esperable una menor respuesta en Ry y Rs cuando la segunda aplicación se realiza más de 20 días posterior a la primera (Martínez y Escalante, 2012). Diferentes ingredientes activos han sido evaluados en repeticiones como para tener datos de respuesta según producto. Sin embargo, no existen correlaciones marcadas entre síntoma e impacto en el rendimiento y control de síntomas y producto (Martínez y Escalante, 2012). Esto excluye la posibilidad, en este momento, de recomendar el producto más correcto en una situación determinada. La tendencia actual del mercado con varios productos de solo dos sitios de acción influye en estos resultados.

En esta situación el análisis combinado de resultados permite excluir estrategias incorrectas y buscar puntos de interés para profundizar la evaluación de estrategias más correctas que impacten en el control de la enfermedad y su respuesta al rendimiento.

4. BIBLIOGRAFÍA

DIEA. 2013. Anuario Estadístico Agropecuario 2013. MGAP..

AVILA, S.; BELDARRAIN, G. 2001. Control químico de quemado del arroz o brusone (*Pyricularia grisea*). In: Arroz. Resultados experimentales 2000-01. Treinta y Tres: INIA. Capítulo 8. p. 32-37. (Serie Actividades de Difusión 257)

MARTÍNEZ, S.; ESCALANTE, F. 2012. Evaluación de fungicidas para el control de Brusone (*Pyricularia oryzae*) en arroz. In: Arroz. Resultados experimentales 2011-2012. Treinta y Tres: INIA. Capítulo 4. p. 8-16. (Serie Actividades de Difusión 686)

MARTÍNEZ, S.; ESCALANTE, F. 2013. Evaluación de triazoles con estrategia curativa erradicante para Brusone (*Pyricularia oryzae*). In: Arroz - Soja. Resultados experimentales 2012-2013. Treinta y Tres: INIA. Capítulo 4. p. 4-6. (Serie Actividades de Difusión 713)

RICCETTO, S.; ZORRILLA, G. 2014. Resumen de la zafra 13-14. Base de datos de empresas arroceras. Grupo de Trabajo Arroz- Junio 2014.
<http://www.inia.uy/Documentos/INIA%20TT/Arroz/Zafra%202013%20-2014%20.pdf>

UTILIZACIÓN DE FOSFITO DE K PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE TALLO Y VAINA EN ARROZ

S. Martínez¹, F. Escalante², L. A. Casales³

PALABRAS CLAVE: azoxystrobin, ciproconazol, *Sclerotium oryzae*.

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades de tallo y vaina en arroz, causadas por *Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia* spp., son junto a *Pyricularia oryzae* Cav. las principales patologías de arroz en Uruguay. La intensificación del cultivo en las últimas décadas ha llevado el cultivo a suelos con larga historia de producción de arroz. Las particularidades de la biología de estas especies, reproducción vegetativa mediante esclerocios que permanecen viables durante años en el suelo, han provocado un aumento de inóculo. Esta viabilidad de los esclerocios hace que los suelos arroceros del país posean inóculo presente en la mayoría de las situaciones, aunque en grado variable. En muchas situaciones, la severidad de estas enfermedades en el cultivo subsiguiente provocan pérdidas económicas importantes. Así, en gran número de situaciones el uso de fungicidas foliares, utilizados para disminuir la severidad de estas enfermedades, son una medida corriente de manejo. Sin embargo, la respuesta de estos fungicidas puede ser limitada en determinadas situaciones y la evaluación de nuevas moléculas eficientes y de menor impacto medioambiental ha sido un objetivo de estudio a mediano plazo. En este sentido, en la zafra 2012/2013 se comenzó con una línea de investigación en el uso de fosfitos (Código FRAC 33, Fosfonatos) debido a algunas particularidades que lo hacen interesantes para el control de este tipo de Patologías. Entre estas características son de interés su baja toxicidad, bajo riesgo de generación de resistencia y completa sistemía. En estudios preliminares se obtuvieron resultados promisorios en el uso de estos productos, por lo que se continuó con esta línea de trabajo con el objetivo de obtener más información adaptable a las condiciones del cultivo de arroz en Uruguay. (Deliopoulos *et al.* 2010).

El presente trabajo combina información de campo de estudios realizados durante dos años con el objetivo de evaluar el efecto del fosfito de potasio solo o en combinación con un fungicida mezcla, estrobilurina y triazol, a diferentes dosis sobre el rendimiento y el control de enfermedades de tallo y vaina en el cultivo de arroz.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron realizados dos ensayos durante las zafras 2012/2013 y 2013/2014 en situaciones similares. Para las características del ensayo realizado y resultados obtenidos durante la zafra 2012/2013 consultar Martínez *et al.* (2013). Para el ensayo de la zafra 2013/2014 la evaluación se realizó en la UEPL, INIA Treinta y Tres, con el cultivar El Paso 144 a 145 kg/ha de semilla, corregido por germinación y peso de mil granos, y sembrado el 11/10/2013 en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas fueron de 1,53 m x 8 m sembradas con una sembradora experimental Semeato de 9 líneas a 0,17 m. La fertilización basal consistió de 140 kg/ha de Superfosfato Triple (0-46) y dos coberturas de urea, al macollaje (27/11/13) de 70 kg/ha, y a elongación de entrenudos (16/12/13) de 70 kg/ha. La aplicación de herbicidas se realizó el 25/11/13 (Penoxsulam 175 cc/ha, Clomazone 800 cc/ha, Pirazosulfuron 10% 200 g/ha y Picloram 100 cc/ha). La aplicación de fungicidas y fosfitos combinada para todos los tratamientos se realizó a 25% de floración el 15/02/14. Los tratamientos realizados y dosis utilizadas se presentan en el cuadro 1. La cosecha se realizó el 03/03/14 con cosechadora experimental automática de un área de 8,33m² (7 líneas x 7m). La lectura de enfermedades y muestreo de componentes (dos líneas de 0,30m) se realizó previo a la cosecha. Fueron realizadas dos lecturas de enfermedades de tallo y vaina a plena floración y cosecha de acuerdo al SES (IRRI, 2002). El muestreo de componentes (2 muestreos de 0,3 m) se realizó previo a la cosecha el 23/04/12, en la que se cosecharon 7,74 m² (7 líneas x 6,5 m) por parcela. Los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete estadístico SAS.

¹ Ing. Agr., INIA, Programa Arroz. smartinez@tyt.inia.org.uy

² Téc. Agr., INIA, Programa Arroz.

³ Asistente de Investigación, INIA. Programa Arroz.

Cuadro 1. Tratamientos realizados y dosis evaluadas en ambos años.

Tratamiento	Producto	Dosis
1	StigmarXtra	300 cc/ha
2	StigmarXtra + Fosfito K	300 cc/ha + 2,5L/ha
3	StigmarXtra + Doble Fosfito K	300 cc/ha + 5,0 L/ha
4	½ StigmarXtra + Fosfito K	150 cc/ha + 2,5 L/ha
5	Fosfito K	2,5 L/ha
6	Doble Fosfito K	5,0 L/ha
7	Testigo sin aplicación	-

3. RESULTADOS

Rendimiento

Los resultados de rendimiento para cada tratamiento, promedios de dos años, se presentan en la figura 1. En el análisis estadístico combinado para los dos años se encontraron diferencias significativas para el rendimiento según el tratamiento realizado. Los mayores rendimientos se obtuvieron con la aplicación de fungicida a dosis de etiqueta en combinación con fosfito de K, a dosis simple o doble de etiqueta. Los rendimientos en combinación de fosfito y fungicida fueron estadísticamente diferentes de los demás tratamientos. La aplicación de fosfito de K a dosis simple y doble de etiqueta, no tuvo diferencias significativas con el tratamiento de fungicida foliar, aunque con un rendimiento levemente inferior.

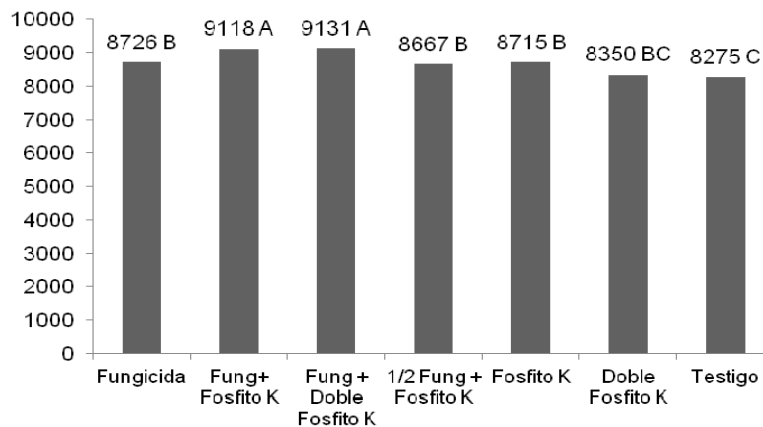


Figura 1. Rendimiento (kg/ha) para cada tratamiento. Las medias son promedios de dos años de ensayos en parcelas. Prueba aplicada Fisher ($p < 0,05$). Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí.

Control de enfermedades

Los resultados de incidencia y severidad de enfermedades de tallo para la zafra 2013/14 se muestran en el cuadro 2 y el análisis combinado para ambos años en la figura 2. Las lecturas a cosecha fueron significativamente diferentes entre tratamientos tanto para *S. oryzae* como para *Rhizoctonia* spp. Los mayores valores de severidad (%IGS) para podredumbre de tallo se encontraron para el testigo y los tratamientos con fosfito, dosis simple y doble. La menor severidad fue para el tratamiento de fungicida con fosfito a doble dosis. El tratamiento de media dosis de fungicida más fosfito no difirió nunca estadísticamente, en incidencia a diferentes grados y severidad, de la aplicación de fungicida a dosis de etiqueta.

En el análisis combinado para ambas zafra (Figura 2), se muestra los resultados combinados de las lecturas de podredumbre de tallo en cuanto a IGS y porcentaje de tallos afectados. Para todos los tratamientos existió una correlación directa entre el IGS y tallos totales afectados. Los mayores valores fueron para el testigo sin tratar y los tratados con fosfito, sin diferencias estadísticas. La menor incidencia e IGS fue encontrada para los tratamientos de fungicida más fosfito, a dosis doble o simple. El tratamiento de media dosis de fungicida con fosfito no tuvo diferencias significativas con la aplicación de fungicida a dosis de etiqueta.

Cuadro 2. Resultados de incidencia y severidad en la zafra 2013/14.

TRATAM	SO5	SO7	SO9	SOIGS	ROS5	ROS7	ROS9	ROSIGS
1	61,3 A	46,3 AB	8,5 A	44,3 AB	0,5 A	0,1 A	0 A	0,3 A
2	66,3 A	52,5 B	3,8 A	47,2 AB	0,8 AB	0,3 A	0 A	0,4 A
3	58,8 A	41,3 A	4,8 A	40,9 A	0,9 B	0,4 AB	0 A	0,5 AB
4	66,3 A	53,8 B	10,5 A	49,2 B	1,0 B	0,8 BC	0,3 B	0,8 B
5	82,5 B	71,3 C	33,8 B	67,5 C	1,0 B	0,8 BC	0,3 B	0,8 B
6	81,3 B	68,8 C	32,5 B	65,9 C	1,0 B	0,9 C	0,3 B	0,8 B
7	80,0 B	70,0 C	31,3 B	65,3 C	1,0 B	0,9 C	0,3 B	0,8 B
CV%	9,1	11,2	29,0	10,1	24,7	46,8	108,0	28,5
Sign Bloque	0,02	0,02	0,04	0,01	ns	ns	0,001	ns
Sign Tratam	0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	0,03	0,002	0,03	0,003

Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí.

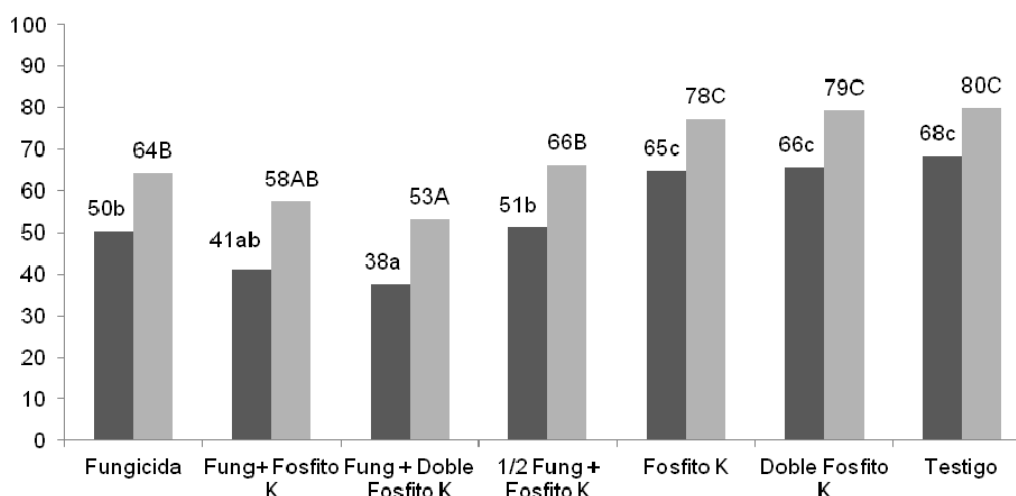


Figura 2. Severidad (%IGS, barras oscuras) e incidencia total (% de tallos afectados, barras claras) de *Sclerotium oryzae* según tratamiento realizado. Las medias son promedios de dos años. Prueba aplicada Fisher ($p < 0,05$). Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí.

3. CONCLUSIONES

Los resultados de dos años de ensayo reafirman la información preliminar sobre el valor de los fosfitos en el control de la podredumbre de tallo en arroz. La mayor reducción en incidencia y severidad de esta enfermedad se logró con aplicaciones de fosfitos combinadas con fungicida, obteniéndose una mayor respuesta que por el uso de fungicida foliar. Esto supone un aumento de costos y de agregado de insumos, pero puede representar una herramienta en aquellos cultivos donde se observan una alta incidencia de podredumbre de tallo a floración y por lo tanto es deseable un mayor control sin la aplicación de dos fungicidas. Las aplicaciones a media dosis de fungicida y fosfito fueron en términos de control de enfermedades y rendimiento similares, por lo que podría ser una estrategia a escoger en determinadas situaciones. La utilización de fosfito en aplicaciones foliares sin fungicida provocaron reducciones menores en el desarrollo de la podredumbre de tallo e incrementos en rendimiento variables según el año. Esto podría deberse al impacto de algunos factores climáticos que pueden generar esa variación interanual. El uso de fosfito sin fungicidas, al menos en condiciones de media a alta presión de podredumbre de tallo y para cultivares susceptibles a esta enfermedad, ha dado respuestas variables siendo una línea de investigación a explorar con más detalle en el futuro.

4. BIBLIOGRAFÍA

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

IRRI. 2002. Standard Evaluation System for Rice (SES). International Rice Research Institute.

MARTÍNEZ, S.; ESCALANTE, F.; CASALES, L.A. 2012. Efecto de la aplicación de fosfitos con fungicidas sobre el control de enfermedades y el rendimiento en arroz. In: Arroz - Soja. Resultados experimentales 2012-2013. Treinta y Tres: INIA. Capítulo 4. p. 1-3. (Serie Actividades de Difusión 713).

MANEJO DE ENFERMEDADES DE TALLO CON FOSFITOS Y AJUSTE DE POTASIO EN PARAO. RESULTADOS PRELIMINARES

S. Martínez¹, F. Escalante², L. A. Casales³, A. Vergara⁴

PALABRAS CLAVE: cloruro de potasio, *Rhizoctonia* spp., *Sclerotium oryzae*

1. INTRODUCCIÓN

El cultivar Parao, liberado en el año 2012, es un cultivar de alto potencial de rendimiento y calidad de grano americano. Dentro de las características notorias, Parao es resistente a moderadamente resistente a Brusone en hoja debido a que posee el gen *Pi2* de resistencia a esta enfermedad y medianamente resistente a Brusone en cuello (Grado 5). Asimismo, ha demostrado en ensayos de campo una mayor tolerancia a podredumbre de tallo que los cultivares El Paso 144 e INIA Tacuarí (Blanco *et al.* 2013). Estas características permitirían, en determinadas circunstancias de ajuste de la fertilización, un manejo más integrado de las enfermedades de tallo y vaina sin la utilización de fungicidas foliares tempranos al no existir riesgo de aparición de Brusone foliar. En este sentido, estudios previos han determinado la factibilidad de la utilización de fosfitos para el control de enfermedades de tallo y vaina (Martínez *et al.* 2013a). Asimismo, en estudios previos se encontraron aumentos en el rendimiento de arroz con fertilización con K previo a inundación, debido a reducciones significativas de podredumbre de tallo causada por *Sclerotium oryzae* (Maschmann *et al.* 2010; Martínez *et al.* 2013b). En este trabajo se determinó que en el manejo de podredumbre de tallo es una parte fundamental la fertilización con K previo a la inundación (Maschmann *et al.* 2010).

El objetivo de este trabajo fue explorar la posibilidad del manejo integrado de enfermedades de tallo en el cultivar Parao mediante la corrección del K y la aplicación de un fosfito y su impacto en el rendimiento ante la fertilización con N.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en la Unidad Experimental Paso de la Laguna, INIA Treinta y Tres. Las características de los tratamientos se resumen en el cuadro 1. La siembra se realizó el 16/10/13 (9 líneas*8m) con semilla cultivar Parao curada con curasemillas fungicida Pucará (Prothioconazole (250gr/L) + Tebuconazole (150g/L) a 20 cc/100Kg) a dosis de 150 kg/ha de semilla corregida por germinación. La aplicación de herbicida fue realizada el 25/11/13 (Picloram 100 cc/ha, Clomazone 0,8 L/ha, Penoxsulam 175 cc/ha, Pirazosulfuron 10% 200 g/ha). La fertilización basal consistió de 138kg/ha de superfosfato triple (0-46/46-0). El diseño fue un factorial de 2 dosis de N (0 y 140 kg/ha de Urea, fraccionado al macollaje el 27/11/2013 y a elongación de entrenudos 23/12/2013), 2 dosis de K (0 y corregido según relación Mg/K=10, según análisis de suelo, cuadro 1) aplicado en forma de KCl el 5/11/2013), y con o sin aplicación foliar de fosfito de K (71% p/v, 2,5 L/ha) a inicio de floración el 31/1/2014. Fue realizado un muestreo a cosecha para evaluación de enfermedades de tallo de acuerdo al SES (IRRI, 2002). Los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete InfoStat.

Cuadro 1. Tratamientos realizados.

Tratamiento.	Abreviatura	Fosfito	Potasio	Urea kg
1	0-0-0	0	0	0
2	0-0-1	0	0	140
3	1-0-0	si	0	0
4	0-1-0	0	corregido	0
5	1-1-1	si	corregido	140
6	1-1-0	si	corregido	0
7	0-1-1	0	corregido	140
8	1-0-1	si	0	140

¹ Ing. Agr., INIA. Programa Arroz. smartinez@tyt.inia.org.uy

² Téc. Agr., INIA. Programa Arroz

³ Asistente de Investigación, INIA. Programa Arroz

⁴ Téc. Agr., INIA. Programa Arroz

Cuadro 2. Resultado del análisis de suelo y relación Mg/K.

Parámetro	Unidad	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
Carbono	%	2,6	2,8	2,2	2,2
Fósforo ác. Cítrico	ppm P	12	13	14	10
Magnesio	meq. Mg/100g	2,6	2,6	2,5	2,8
Potasio int.	meq. K/100g	0,15	0,16	0,17	0,19
Nitrato	ppm N-No3	6	6	6	6
Mg/K		17,3	16,3	14,7	14,7

3. RESULTADOS

Los rendimientos obtenidos por tratamiento realizado se muestran en la figura 1. Los menores rendimientos fueron obtenidos en el testigo, sin fertilización ni aplicación de fosfito foliar. La fertilización con N (140 kg/ha de urea) no produjo aumentos sustanciales en el rendimiento. La aplicación de un fosfito permitió obtener un rendimiento de más de 400 kg/ha superior al testigo, pero sin diferencias estadísticas debido a la variabilidad encontrada. La corrección de K, entre 156 y 215 kg de KCl por hectárea dependiendo del tratamiento, fue la que reportó los mayores rendimientos del ensayo. Asimismo, no hubo diferencias cuando se retiró la fertilización con N y la aplicación de fosfito, en este último caso la diferencia fue mayor. Fueron encontradas diferencias, con una caída del rendimiento de casi 900 kg, cuando retiró la corrección de K (Figura 1). No se encontraron diferencias en incidencia y severidad para *Rhizoctonia* spp. La incidencia total de podredumbre de tallo (SO) no tuvo diferencias significativas entre tratamientos por lo que es de suponer que las aplicaciones tempranas de KCl no influyen sobre esta y afectan de alguna manera el desarrollo de la severidad una vez que el K es asimilado por la planta. Para IGS y niveles de severidad superior (SO7 y SO9), los menores valores se SO se encontraron en los tratamientos que recibieron K, independientemente de otros factores (Cuadro 2).

No fueron encontradas diferencias estadísticas (datos no mostrados) entre tratamientos para altura de planta, plantas/m² y porcentaje de emergencia. Asimismo para componentes de rendimiento y características molineras (Cuadro 3, para los promedios de tratamientos) no fueron encontradas diferencias estadísticas entre tratamientos.

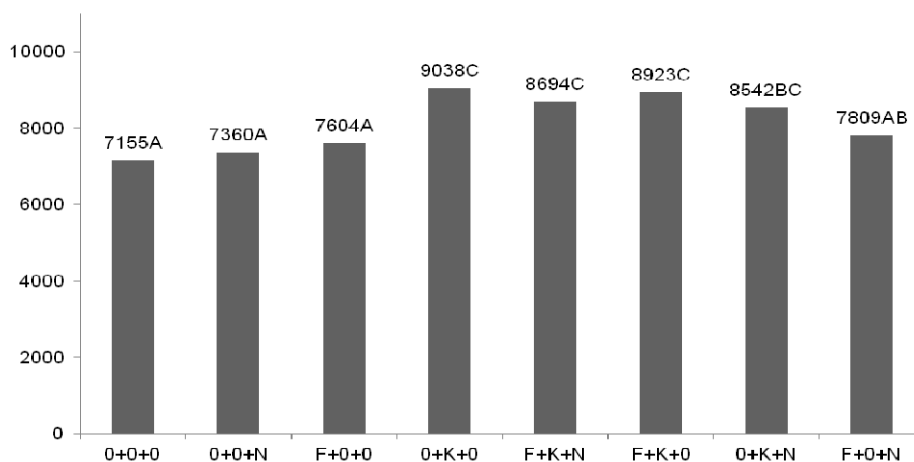


Figura 1. Rendimientos (kg/ha) obtenidos según tratamiento. Prueba aplicada Fisher ($p < 0,05$), valores seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente. Abreviaturas en Cuadro 1.

Cuadro 2. Incidencia para diferentes grados de severidad e índice de severidad (IGS) a cosecha para *Sclerotium oryzae* (SO) y *Rhizoctonia* spp. (RO).

TRATAMIENTOS (F-K-N)		SO5	SO7	SO9	IGS
1	0-0-0	98,6	72,2 BCD	27,4 C	74,2 BC
2	0-0-1	99,0	71,0 BCD	28,8 C	74,5 C
3	1-0-0	99,0	80,5 D	23,4 C	75,5 C
4	0-1-0	94,0	57,8 A	11,7 AB	64,4 A
5	1-1-1	93,4	72,3 BCD	9,8 AB	67,2 ABC
6	1-1-0	97,3	60,3 AB	9,1 A	66,0 AB
7	0-1-1	92,8	65,8 ABC	9,9 AB	65,3 A
8	1-0-1	92,9	74,4 CD	19,8 BC	70,0 ABC
CV%		7,62	11,9	39,1	8,3
Sign Bloques		ns	0,01	0,003	ns
Sign Tratamientos		ns	0,01	0,0006	0,04

Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí.

Cuadro 3. Resultados de las componentes del rendimiento y molino

	Pan/ m ²	Llen/ pan	Med/ pan	Chuzo/ pan	Total/ pan	% Esteril	Blanco total	Entero	Queb	% Yeso	% Manch
Promedio	587	91	1,6	21,4	114	18,9	71,1	66,5	4,6	5,7	0,3
CV%	8,7	17,2	56,6	29,8	13,1	31,7	0,5	1,6	19,2	93,2	51,1
Sign Bloque	0,005	0,01	ns	ns	0,002	ns	ns	ns	ns	ns	<0,0001
Sign Trat	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí.

3. CONCLUSIONES

Los cuatro tratamientos en los que el K fue corregido en base a una relación Mg/K=10 fueron los tratamientos con mayores rendimientos, independientemente de la aplicación foliar de fosfito de K y la fertilización con N. Además, estos cuatro tratamientos fueron los menos afectados por podredumbre de tallo, expresado como índice de severidad (IGS) y menor valor de severidad en grado 7 y 9. La aplicación de fosfito afectó en menor medida el rendimiento y el control de podredumbre de tallo. Esta estuvo asociada a una disminución de la incidencia en grados 7 y 9 de podredumbre de tallo, los que más afectan el rendimiento pero no a la incidencia total. El mejor balance nutricional de la planta ante la corrección con K estaría promoviendo mecanismos de defensa de la planta ante las enfermedades de tallo como se demostró previamente (Maschmann *et al.* 2010; Martínez *et al.* 2013b).

4. BIBLIOGRAFÍA

BLANCO, P.; MOLINA, F.; PÉREZ, F.; MARTÍNEZ, S.; BONECARRERE, V.; ROSAS, J.; CARRACELAS, G. 2013. Revista INIA, no. 33, p. 38-40.

MARTÍNEZ, S.; ESCALANTE, F.; CASALES, L.A. 2013a. Efecto de la aplicación de fosfitos con fungicidas sobre el control de enfermedades y el rendimiento en arroz. In: Arroz - Soja. Resultados experimentales 2012-2013. Treinta y Tres: INIA. Capítulo 4. p. 1-3. (Serie Actividades de Difusión 713)

MARTÍNEZ, S.; ESCALANTE, F.; CASALES, L.A. 2013b. Influencia de la fertilización con potasio en el rendimiento y desarrollo de enfermedades de tallo y vaina en arroz. In: Arroz - Soja. Resultados experimentales 2012-2013. Treinta y Tres: INIA. Capítulo 4. p. 13-15. (Serie Actividades de Difusión 713)

MASCHMANN, E. T.; SLATON, N.A.; CARTWRIGHT, R. D.; NORMAN, R. J. 2010. Agronomy Journal v. 102, p. 163-170.

USO DE FOSFITOS DE Cu Y K EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE TALLO

S. Martínez¹, F. Escalante², L. A. Casales³, A. Vergara⁴

PALABRAS CLAVE: *Rhizoctonia* spp., *Sclerotium oryzae*

1. INTRODUCCIÓN

Los fosfitos utilizados como fungicida poseen un modo de acción completamente sistémico, siendo primeramente traslocados por el xilema luego de su aplicación. También poseen movimiento por el floema y éste es traslocado junto a los fotosintatos producidos por la planta. Este modo de acción, sumado a su efecto frente a hongos y Oomycetes, lo hacen de interés para el control de enfermedades de tallo y vaina en arroz, enfermedades que en sus primeras fases de infección colonizan estructuras vegetales que se ubican en partes inferiores de la planta a la altura de la lámina de agua. Esto hace dificultosa la llegada de fungicidas a la zona de acción aplicados en la parte aérea, sobre todo en situaciones de follaje denso que impide la llegada del producto aplicado y la incapacidad de los fungicidas convencionales de moverse en forma basípeta a los puntos más bajos de la planta. El uso de fosfito de K ha sido demostrado como promisorio recientemente por su efecto en el control de enfermedades de tallo en arroz en Uruguay (Martínez *et al.* 2013). En este estudio se evaluó la posibilidad de utilizar un fosfito de K solo o en combinación con fungicida y a diferentes dosis. Información complementaria se publica aparte en esta serie. Sin embargo, como sales del ácido fosforoso los fosfitos pueden tener un ion metálico asociado, siendo los más comunes en Uruguay los fosfitos de potasio, cobre, magnesio y zinc. El cobre posee interés extra, ya que a los efectos de estimulación de los mecanismos de defensa de la planta pueden sumarse los efectos bacteriostáticos y fungistáticos del cobre existiendo en el mercado nacional fosfitos con Cu soluble. En este sentido, se continúa con esta línea debido a la escasa información sobre el tema para el control de enfermedades en arroz (Deliopoulos *et al.* 2010).

El objetivo del presente trabajo fue realizar una evaluación preliminar del efecto de un fosfito de cobre (1,25% p/v Cu soluble) con respecto a un fosfito de potasio 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.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la UEPL, INIA Treinta y Tres, con el cultivar El Paso 144 a 145 kg/ha de semilla, corregido por germinación y peso de mil granos, y sembrado el 11/10/2013 en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas fueron de 1.53m x 8m sembradas con una sembradora experimental Semeato de 9 líneas a 0,17cm. La fertilización basal consistió de 140 kg/ha de Superfosfato Triple (0-46) y dos coberturas de urea, al macollaje (27/11/13) de 70 kg/ha, y a elongación de entrenudos (16/12/13) de 70 kg/ha. La aplicación de herbicidas se realizó el 25/11/13 (Penoxsulam 175 cc/ha, Clomazone 800 cc/ha, Pirazosulfuron 10% 200 g/ha y Picloram 100 cc/ha).

Cuadro 1. Tratamientos realizados.

Tratamiento	Producto	Dosis
1	Fungicida	300 cc/ha
2	Fungicida + Fosfito K	300 cc/ha + 2,5L/ha
3	Fungicida + Doble Fosfito K	300 cc/ha + 5,0 L/ha
4	½ Fungicida + Fosfito K	150 cc/ha + 2,5 L/ha
5	Fosfito K	2,5 L/ha
6	Doble Fosfito K	5,0 L/ha
7	Fungicida + FosfiCopper	300 cc/ha + 3,0L/ha
8	Fungicida + Doble FosfiCopper	300 cc/ha + 6,0 L/ha
9	½ Fungicida + FosfiCopper	150 cc/ha + 3,0 L/ha
10	FosfiCopper	3,0 L/ha
11	Doble FosfiCopper	6,0 L/ha
12	Testigo sin aplicación	-

¹ Ing. Agr., INIA, Programa Arroz. smartinez@tyt.inia.org.uy

² Téc. Agr., INIA, Programa Arroz.

³ Asistente de Investigación, INIA. Programa Arroz.

⁴ Téc. Agr., INIA, Programa Arroz

La aplicación de fungicidas y fosfitos combinada para todos los tratamientos se realizó a 25% de floración el 15/02/14. Los tratamientos realizados y dosis utilizadas se presentan en el cuadro 1. La cosecha se realizó el 03/03/14 con cosechadora experimental automática de un área de 8,33m² (7 líneas x 7m). La lectura de enfermedades y muestreo de componentes (dos líneas de 0,30m) se realizó previo a la cosecha.

3. RESULTADOS

Los resultados sobre incidencia de podredumbre de tallo y manchado de vainas se presenta en el cuadro 2. Fueron encontradas diferencias significativas para el control de podredumbre de tallo en los tres niveles de severidad evaluados, grados 5, 7 y 9. La incidencia total de tallos con podredumbre fue mayor para el testigo sin aplicación y las aplicaciones de fosfito de K. Los valores menores fueron para fosfitos de K, fungicida y fosfitos de Cu + fungicidas. Para niveles medios (Grado 7) se encontró la misma tendencia, pero con valores más significativos. Para grado 9 se encontraron los menores valores de tallos muertos por podredumbre para fosfitos en combinación con fungicida, pero la aplicación doble de fosfito de Cu no tuvo diferencias significativas. Para el caso de *Rhizoctonia* spp., los valores de incidencia fueron muy bajos, aunque existieron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Incidencia (%) a cosecha para cada grado de severidad para *Sclerotium oryzae* (SO) y *Rhizoctonia* spp. (ROS).

TRAT	SO5	SO7	SO9	ROS5	ROS7	ROS9
Fungicida (F)	61,3ab	46,3ab	8,5a	0,5	0,1	0
2	66,3abc	52,5abcd	3,8a	0,8	0,3	0
3	58,8a	41,3a	4,8a	0,9	0,4	0
4	66,3abc	53,8bcd	10,5a	1	0,8	0,3
5	82,5d	71,3f	33,8b	1	0,8	0,3
6	81,3d	68,8ef	32,5b	1	0,9	0,3
7	62,5ab	50abc	8,5a	1	0,5	0
8	65ab	50abc	10,1a	0,9	0,4	0
9	66,3abc	52,5abcd	6,6a	0,9	0,5	0,1
10	75cd	63,8def	23,8b	0,9	0,6	0,1
11	68,8bc	58,8cde	11a	0,9	0,5	0
Testigo sin tratar	80d	70ef	31,3b	1	0,9	0,3
CV%	9,8	15,1	50,1	24,5	47,3	150,6
Sign Bloque	0,02	ns	ns	ns	ns	0,0005
Sign Tratam	<0,0001	0,001	<0,0001	ns	0,003	0,03

Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí.

Para el caso de índice de severidad de podredumbre de tallo se muestran los resultados en la figura 1. En este caso se separan tres grupos por su respuesta al control: a. incluye al testigo químico y los tratamientos de fosfitos (Cu y K) con fungicida, b. fosfitos de Cu sin fungicida, con diferente nivel de significación, y c. testigo sin aplicación y fosfitos de K sin fungicida.

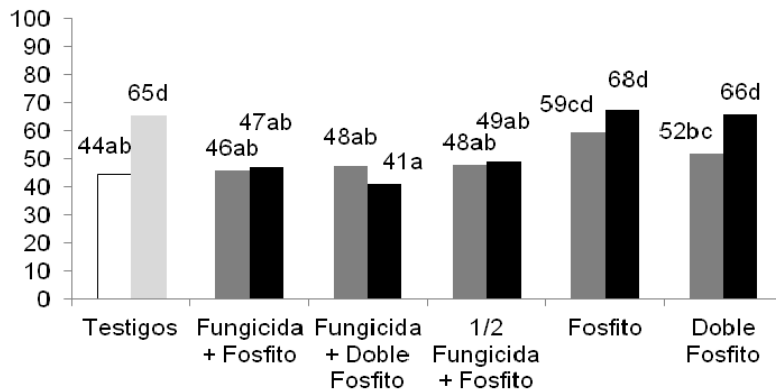


Figura 1. Índice de severidad (%IGS) para podredumbre de tallo de los tratamientos. (Testigos: barra blanca=fungicida, gris=sin aplicación. Tratamientos: gris=fosfito Cu, negra=fosfito K).

Los rendimientos obtenidos (Figura 2) tuvieron escasa diferencia estadística con el testigo sin aplicación y las aplicaciones de fosfito de K y dosis simple de fosfito de Cu con los menores rendimientos. Sin embargo, la aplicación de fosfito de Cu a dosis doble tuvo el mayor rendimiento para los tratamientos. El testigo químico no difirió de los demás tratamientos mezcla de fosfitos y fungicidas y tuvo un rendimiento medio. Los tratamientos con fosfito de Cu tuvieron mayores rendimientos que los tratamientos similares con fosfito de K exceptuando a doble dosis con fungicidas.

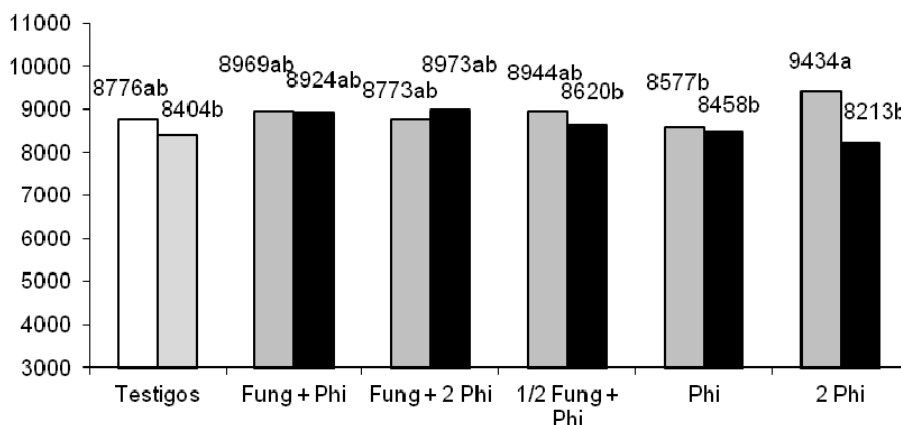


Figura 2. Rendimientos (kg/ha) para los tratamientos realizados. (Testigos: barra blanca=fungicida, gris=sin aplicación. Tratamientos: gris=fosfito Cu, negra=fosfito K).

3. CONCLUSIONES

Para todos los grados y para el IGS final se encontró una menor incidencia y severidad de podredumbre de tallo en el testigo químico con respecto al testigo sin tratar. Este nivel de control de enfermedad impactó en el aumento de rendimiento y las diferencias entre esos testigos. Sin embargo, esa diferencia fue de tan solo 300 kg, lo cual teniendo en cuenta los niveles medios de IGS alcanzados hace suponer que otros factores ambientales impactaron en la expresión del rendimiento. La reducción de la incidencia y severidad de podredumbre de tallo para todos los grados siempre fue superior con fosfito de Cu a dosis simple o doble o en combinación con media dosis de fungicida con respecto a los mismos tratamientos con fosfito de K. Para el caso de los tratamientos de fungicida con dosis simple o doble de fosfito los resultados en el control de la podredumbre fueron dispares. El fosfito de Cu aplicado a inicio de floración fue efectivo en el control de la incidencia y severidad de podredumbre de tallo a diferentes dosis y en mezcla con fungicida.

4. AGRADECIMIENTOS

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

4. BIBLIOGRAFÍA

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

MARTÍNEZ, S.; ESCALANTE, F.; CASALES, L.A. 2013. Efecto de la aplicación de fosfitos con fungicidas sobre el control de enfermedades y el rendimiento en arroz. In: Arroz - Soja. Resultados experimentales 2012-2013. Treinta y Tres: INIA. Capítulo 4. p. 1-3. (Serie Actividades de Difusión 713)

EFECTO DE TRATAMIENTOS CURASEMILLAS EN LA POBLACIÓN DE PLANTAS E IMPLANTACIÓN EN EL CULTIVAR PARAO

S. Martínez¹, F. Escalante², A. Vergara³

PALABRAS CLAVE: estrobilurina, triazol, fungicidas

1. INTRODUCCIÓN

Los tratamientos de semilla fueron utilizados originalmente para el control de hongos patógenos y estos continúan siendo de importancia a pesar del crecimiento en el uso de insecticidas curasemillas con efecto fisiológico (Munkvold, 2009). Actualmente, insecticidas curasemillas son utilizados en combinación con uno o más fungicidas. Sin embargo, algunos nuevos fungicidas son utilizados por sus propias virtudes en el establecimiento y sobrevivencia de plántulas durante la implantación, debido a la aparición de nuevos ingredientes activos con propiedades diferentes y de métodos de aplicación más precisos (Munkvold, 2009). La mayoría de los avances en esta área se deben a la introducción en los últimos 15 años de curasemillas en base a triazoles, como tratamientos sistémicos de amplio espectro, y de estrobilurinas con un diferente mecanismo de acción (Munkvold, 2009). La utilización de fungicidas curasemillas con efecto sistémico y residual es de interés para lograr una protección de las semillas y plántulas por un período de tiempo más prolongado, disminuir la incidencia de patógenos de suelo y lograr una correcta población de plantas en el cultivo. El cultivar Parao, recientemente liberado, es un nuevo cultivar de calidad americana interesante por sus alta productividad y resistencia a Brusone (Blanco *et al.* 2013). Entre los aspectos referentes a su manejo se recomienda utilizar semilla curada para promover su desarrollo inicial y lograr una buena población de plantas (Blanco *et al.* 2013). En este sentido, se iniciaron trabajos con el fin de aportar conocimientos sobre el uso de curasemillas fungicidas de interés para el cultivar Parao.

El objetivo de este trabajo fue evaluar características de curasemillas fungicidas sistémicos, solos o en combinación con insecticidas, y evaluar sus propiedades en cuanto al desarrollo inicial e implantación para el cultivar Parao.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este ensayo la semilla fue curada el 11/10/2013 para tener varios días de antelación a la siembra. Los productos y dosis evaluadas se muestran en el cuadro 1. Fueron realizados ensayos en laboratorio para determinar germinación y en invernáculo para determinar emergencia diaria en almacigueras y calcular índice de velocidad de emergencia (IVE). El ensayo a campo se instaló en la UEPL, INIA Treinta y Tres con el cultivar Parao a 150 kg/ha de semilla, corregido por germinación y peso de 1000 granos y sembrado el 17/10/13 en bloques al azar con cuatro repeticiones en parcelas de 8x1,53 m. La fertilización basal consistió de 138 kg/ha de Superfosfato Triple (0-46/46-0) y luego se realizaron dos coberturas de urea, al macollaje (27/11/13) de 70 kg/ha y a elongación de entrenudos (23/12/13) de 70 kg/ha. La aplicación de herbicidas se realizó el 25/11/13 (Picloram 100 cc/ha, Penoxsulam 175 cc/ha, Clomazone 800 cc/ha y Pirazosulfuron 10% 200 g/ha. Fue realizada un muestreo para evaluación enfermedades de tallo y vaina a cosecha y muestreo de componentes (2 muestreos de 0,3 m) previo a la cosecha en la que se cosecharon 7,74 m² (7 líneas x 6,5 m) por parcela. Los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete estadístico SAS.

Cuadro 1. Tratamientos y dosis evaluados.

No.	Nombre	Producto	Dosis/100kg
1	Acronis	Piraclostrobin (50gr/L) + Metil-Tiofanato (450 gr/L)	150 cc
2	BAS7000	Fluxapyroxad (62,5 g/L) + Epoxiconazol (62,5 g/L)	100 cc
3	C+T	Carboxin (200 gr/l) + Tiram (200 gr/l)	250 cc
4	Tebuconazol	Tebuconazol (60gr/L) + Tiametoxan (350gr/L)	50cc + 100 cc
5	Azoxystrobin	Azoxistrobín + Tiametoxan (350gr/L)	100 cc + 100 cc
6	Triciclazol	Tricyclazole	200cc
7	Pucará	Prothioconazole (250gr/L) + Tebuconazole (150gr/L)	20cc
8	Testigo	Sin aplicación	-

¹ Ing. Agr., INIA. Programa Arroz. smartinez@tyt.inia.org.uy

²Téc. Agr., INIA. Programa Arroz.

³Auxiliar de Investigación, INIA. Programa Arroz

3. RESULTADOS

Los porcentajes de germinación en laboratorio por tratamiento para 14 y 21 días se muestran en el cuadro 2. El mayor porcentaje de germinación correspondió al testigo sin tratar para ambos conteos y el tratamiento C+T no tuvo diferencias estadísticas. El menor porcentaje de germinación correspondió al tratamiento con Triciclazol seguido de Acronis para ambos conteos. Para índice de velocidad de emergencia en almaciguera se encontraron diferencias a $p=0,06$. El mayor vigor de emergencia fue para el tratamiento C+T, pero este no tuvo diferencias con el testigo y difirió levemente de otros tratamientos, con excepción de Tebuconazol y Acronis que tuvieron los menores valores de IVE.

Cuadro 2. Porcentaje de germinación a 14 y 21 días e IVE (10 días).

No.	Tratamiento	Conteo1	Conteo2	IVE
1	Acronis	82,3 cd	84,5 cd	0,74 d
2	BAS7000	86,8 bc	87,5 bc	1,00 ab
3	C+T	90,0 ab	90,3 ab	1,08 a
4	Tebuconazol	86,8 bc	86,8 bc	0,85 cd
5	Azoxystrobin	86,3 bc	86,3 bc	0,86 abc
6	Triciclazol	78,5 d	80,0 d	0,96 abc
7	Pucará	85,5 bc	86,8 bc	0,89 abc
8	Testigo	92,5 a	92,8 a	1,05 ab
	CV%	4,02	3,87	15,9
	Sign Bloques	ns	ns	ns
	Sign Tratam	0,0005	0,0018	0,06

Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí.

Los datos para porcentaje y población de plantas a campo a las dos semanas de emergencia se muestran en el cuadro 3. El mayor porcentaje de emergencia se dio en el tratamiento con Azoxystrobin seguido de Tebuconazol, C+T y Triciclazol. Para el número de plantas por metro cuadrado establecidas se obtuvieron resultados similares.

Cuadro 3. Datos de porcentaje de emergencia y población de plantas a 15 días de emergencia.

No.	Tratamiento	% emergencia	plantas/m ²
1	Acronis	45,5 bc	243,1 bc
2	BAS7000	34,1 d	181,9 c
3	C+T	50,8 ab	271,1 ab
4	Tebuconazol	53,6 ab	286,3 ab
5	Azoxystrobin	61,7 a	329,4 a
6	Triciclazol	48,7 b	260,3 b
7	Pucará	36,4 cd	194,1 c
8	Testigo	35,5 cd	189,7 c
	CV%	17,0	17,1
	Sign Bloques	ns	ns
	Sign Tratamientos	0,0004	0,0004

Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí.

No se realizaron aplicaciones para control de enfermedades por lo que no se encontraron diferencias significativas para podredumbre de tallo para índice de grado de severidad y nivel de incidencia total. Se obtuvo información sobre el rendimiento y sus componentes como manera de evaluar el efecto del establecimiento y la población de plantas de los tratamientos en la cosecha (Cuadro 4). No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las componentes de rendimiento. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas para rendimiento (kg/ha) y altura de planta entre tratamientos. Los mayores rendimientos fueron para los tratamientos de Tebuconazol, Triciclazol y Azoxystrobin y el menor rendimiento correspondió al testigo sin tratar. Los mismos tratamientos tuvieron mayor altura de plantas, aunque para algunos tratamientos no existieron diferencias estadísticas.

Cuadro 4. Rendimiento y componentes por tratamiento.

No.	Tratamiento	kg/ha	Prom. altura	Pan/ m ²	llen/ pan	Medios /pan	chuz/ pan	Tot/ pan	% Esteril
1	Acronis	8113,8 bcd	81,7 abc	376,5	99,1	2,1	20,8	122,0	17,0
2	BAS7000	7951,9 bcd	81,4 abc	348,5	101,7	2,3	21,7	125,8	16,8
3	C+T	7523,2 d	77,1 d	338,2	91,0	1,7	17,8	110,5	16,2
4	Tebuconazol	9061,5 a	84,8 a	310,3	102,6	2,1	21,0	125,6	16,9
5	Azoxystrobin	8408,0 abc	82,9 ab	361,8	90,8	1,8	21,2	113,7	17,8
6	Triciclazol	8611,5 ab	82,8 ab	369,1	88,6	2,2	20,1	110,9	18,2
7	Pucará	7704,3 cd	78,1 cd	277,9	110,0	1,8	20,1	131,9	15,2
8	Testigo	7401,6 d	79,7 bcd	313,2	98,5	1,2	20,7	120,4	16,8
	CV%	7,29	3,35	17,4	11,4	45,6	29,2	10,9	25,8
	Sign Bloques	ns	Ns	ns	0,002	ns	0,02	0,0003	ns
	Sign Tratam	0,009	0,01	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí.

3. CONCLUSIONES

Este es el primer trabajo sobre evaluación de curasemillas fungicidas para su utilización con el cultivar Parao. En este sentido, fueron evaluados fungicidas sistémicos solos o en combinación con insecticida tiametoxan.

Los ensayos en laboratorio indican que ningún tratamiento evaluado fue capaz de aumentar el porcentaje de germinación de la semilla y por el contrario, en todos los tratamientos esa capacidad de germinación fue disminuida. No se encontró asociación según esta inhibición y el grupo químico del tratamiento. Para índice de velocidad de emergencia no se encontraron diferencias ni efecto vigorizante de ningún tratamiento, aunque el tratamiento de C+T fue levemente superior. Esto incluye los tratamientos con tiametoxan, con conocido efecto estimulador del crecimiento.

En los ensayos a campo se encontró diferencias de los tratamientos con respecto al testigo para porcentaje de emergencia y plantas por metro cuadrado. Esta diferencia del número de plantas emergidas y establecidas en campo con respecto a los ensayos de laboratorio indicaría un efecto de control a campo sobre los hongos del suelo y la protección a las semillas y plántulas del ataque de patógenos.

Los mayores rendimientos se alcanzaron en aquellos tratamientos que lograron mayor población de plantas al no existir marcadas diferencias entre componentes del rendimiento.

4. BIBLIOGRAFÍA

MOLINA, F.; BLANCO, P.; PÉREZ, F.; MARTÍNEZ, S.; BONECARRERE, V.; ROSAS, J.; PEREIRA, A.; CARRACELAS, G. 2013. Revista Arroz, v. 15, no. 74, p. 38-40.

MUNKVOLD, G. P. 2009. Annual Review of Phytopathology v. 47, p. 285–311.

MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS

En la zafra que finalizó, se trabajó en los proyectos que se están ejecutando en el marco del PEI 2011-2016, presentándose los avances obtenidos seguidos de informes sobre distintos aspectos del manejo de la tecnología Clearfield® que son productos del proyecto “Impacto ambiental de la adopción del arroz resistente a las imidazolinonas en sistemas productivos contrastantes de América Latina”.

Se informa del segundo año de resultado del uso del Riceprotex en variedades de arroz estando enfocado este esfuerzo en un material nuevo L5903 (tipo *Índica*) y un segundo año de Parao (tipo *japónica* tropical).

Después de haber realizado en la zafra 2012-2013 una selección de las mezclas de las diferentes sales del glifosato con gramínicidas que mejor se comportaron en el control de grama fina LERHE (*Leersia hexandra*) en aplicaciones de otoño, se probaron las mezclas más promisorias en aplicación de primavera para ver el control en la maleza y su efecto en el arroz.

En año 2013, Manuel Díez presentó un proyecto al llamado de las becas ANII-INIA obteniendo una con financiamiento por dos años para la realización de la maestría. Se informa de manera preliminar sobre resultados de un bioensayo en agar que permitió confirmar que el biotipo A33P2 era susceptible al quinclorac y que los biotipos E7, CASR282 y Zapata1 fueron tolerantes al herbicida. Actualmente, está trabajando en los aspectos bioquímicos y moleculares que expliquen las diferencias observadas entre los biotipos.

Los últimos cuatro informes refieren a distintos aspectos de los residuos del herbicida KIFIX® y su efecto en los cultivos subsiguientes (raigrás, arroz no Clearfield® y sorgo forrajero), cómo se disipan en el suelo a través de un bioensayo y en el agua de inundación del arroz Clearfield® por medios analíticos.

Finalmente, ante la liberación de materiales Clearfield® de INIA como CL 244 y CL 212 que podría implicar un crecimiento en el área manejada con la tecnología Clearfield® más allá de la infestada con arroz rojo, se presentó el proyecto FSA_1_2013_1_12866 al llamado 2013 de INNOVAGRO. Se pretende cuantificar por métodos analíticos precisos los residuos de imazapir e imazapic en cuatro series de muestras de suelo para estimar la vida media de ambos, su persistencia y modelar distintos escenarios de uso de esta tecnología para ver como se comportarían los residuos en el suelo.

RICEPROTEX APLICADO A LA SEMILLA PARA EVITAR EL ALBINISMO PROVOCADO POR EL CLOMAZONE EN L5903 Y PARAO

N. Saldain¹, B. Sosa²

PALABRAS CLAVE: diethiolate, albinismo, variedad

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de mantenerse competitivos reduciendo los costos por tonelada de arroz producido, incentivó la siembra más temprana del arroz, lo que permite aprovechar al máximo las variables del ambiente en los períodos críticos (Deambrosi, E. *et al.* 1994). Algunos productores han observado que la cantidad de nitrógeno agregado al macollaje afectó la persistencia de los síntomas de albinismo después de una aplicación de clomazone. El Riceprotex (diethiolate) es un insecticida órgano-fosforado aplicado a la semilla que inhibe la enzima P450 evitando los síntomas de albinismo (Sanchoyene *et al.* 2010). Se condujo un experimento para estudiar el efecto del Riceprotex en la expresión del albinismo provocado por el clomazone en L5903 (tipo *índica*) y Parao (tropical *japónica*).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujo un experimento en la Unidad Experimental del Paso de La Laguna (UEPL), sembrándose sobre un laboreo de verano al que se le había desecado previamente el raigrás. Se evaluaron en un arreglo factorial el uso del Riceprotex en la semilla de arroz (Sin y Con), tres dosis de Cibelcol (0,5; 1 y 2 l/ha) y dos densidades de siembra de 487 y 650 semillas viables /m² equivalentes a 163 y 217 kg/ha de semilla, fertilizándose la densidad de siembra menor con 100 kg/ha urea solamente al macollaje y la densidad estándar recibió dos coberturas de urea de 50 kg/ha (macollaje y al alargamiento de entrenudos). Se realizó un ensayo con L5903 y un ensayo con Parao de manera independiente. La fuente de clomazone fue Cibelcol (CE, 480 g/L) y se usó como fuente de diethiolate el producto Riceprotex (800 g/L) a la dosis de 800 ml/100 kg de semilla en una solución de 2,2 L. Los tratamientos se dispusieron en bloques al azar con tres repeticiones. Las aplicaciones de herbicidas en preemergencia se hicieron usando una mochila presurizada con anhídrido carbónico que libera 140 L/ha de solución. En el cuadro 1, se introducen las características del suelo usado, y en el cuadro 2, las actividades relevantes realizadas en los ensayos.

Cuadro 1. Características del horizonte de 0-10 cm en el suelo usado. UEPL, 2013-2014.

pH	Fósforo ppm ¹	Potasio meq/100 g	C. org ²	Porcentaje de			Clase textural
				arena	limo	arcilla	
5,8 ± 0,2	2,3 ± 0,3	0,17 ± 0,1	1,31 ± 0,16	24 ± 1	48 ± 2	29 ± 3	Limo arcilloso

¹=Resinas, ²=M.O. % = C.O. % x 1,724. Laboratorio de Análisis de Suelos, plantas y Aguas, INIA La Estanzuela.

Cuadro 2. Actividades en el experimento conducido con L5903 y con Parao. UEPL, 2013-2014.

Actividades	L5903	Parao
Siembra	1-oct-2013	07-nov-2013
Fertilización al voleo posterior siembra	100 kg/ha de 18-46-0 y 100 kg/ha de cloruro de potasio	100 kg/ha de 18-46-0 y 100 kg/ha de cloruro de potasio
Cibelcol en preemergencia	04-oct-2013	11-nov-2013
Baños		
1ero	14-oct-2013	18-nov-2013
2do	18-oct-2013	-
Inundación	18-nov-2013	06-dic-2013
Coberturas de urea		
Al macollaje	18-nov-2013	06-dic-2013
Alargamiento entrenudos	20-dic-2013	07-ene-2014
Cosecha		
1era	01-abr-2014	22-abr-2014
2da	22-abr-2014	

¹ M.Sc. INIA. Programa Arroz nsaldain@inia.org.uy

² Téc. Agrop. INIA. Programa Arroz

3. RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos por variedad dado que fueron sembrados en fechas diferentes y no se pueden comparar los ensayos. A continuación se presenta los datos del clima en torno a la aplicación del Cibelcol en la preemergencia en L5903 comparando la zafra pasada con la 2009-2010 en la cual se expresaron notablemente los síntomas de albinismo y pérdida de plantas (Figura 1). En el análisis estadístico se detectaron diferencias significativas debido al uso de Riceprotex ($p=0,262$) y al

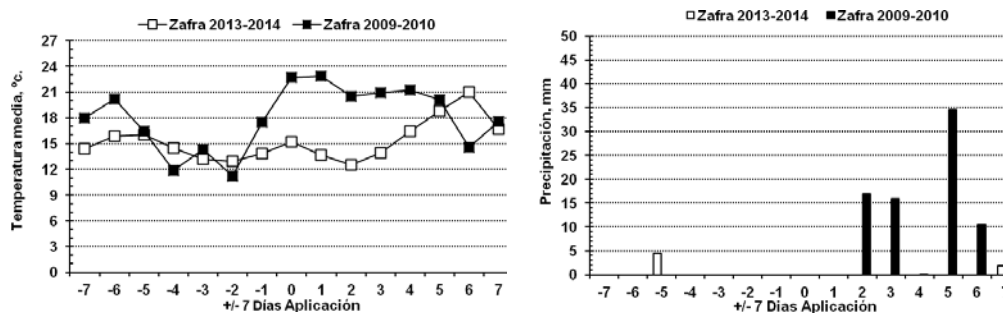


Figura 1. Evolución de la temperatura media y de la precipitación en el período comprendido \pm siete días alrededor de la fecha de la aspersión en preemergencia (día cero). A: Temperatura media diaria; B: Precipitación diaria. Fecha de aspersión: 29-oct-2009 y 04-oct-2013 en la zafra 2009-10 y en la zafra 2013-14; respectivamente.

tratamiento combinado de densidad de siembra y la fertilización nitrogenada ($p=0,0339$) en el rendimiento de arroz seco, sano y limpio. Después de la siembra no ocurrieron lluvias y fue necesario bañar lo que encostró este tipo de suelo dificultando mucho la emergencia y expresándose la toxicidad del clomazone en las parcelas que no tenían Riceprotex aún en la dosis menor del herbicida. El uso del protector recuperó más plantas, que no se atrasaron en la floración, macollaron más y presentaron mayor porcentaje de entero y menos castigo por mancha, traduciéndose en un superior rendimiento de arroz corregido por calidad. Muchas de las parcelas sembradas con semilla sin protector fueron cosechadas más tardíamente al quedar muy desperejadas por las pérdidas de plantas. (Cuadro 3). La densidad de siembra menor con toda la fertilización nitrogenada al macollaje presentó un rendimiento de arroz superior estando asociado a una menor esterilidad debido a menor cantidad de granos chuzos (Cuadro 4). En la figura 2, se muestran la evolución de la temperatura y las precipitaciones alrededor de la fecha de aspersión del clomazone en preemergencia en el ensayo con Parao. El análisis estadístico detectó diferencias significativas solamente con el uso del Riceprotex en el atraso en el inicio de la floración (1 día) y en la disminución el contenido de los granos con yeso (4,9 vs 3,4%) estando ambos valores por debajo de la base de 6%.

Cuadro 3. Resultados obtenidos en algunas variables por efecto del Riceprotex en L5903. UEPL. 2013-2014.

Riceprotex	plantas/m ²	f50 ¹	altura, cm	panojas/m ²	RSSL ²	gllp ³	pmg ⁴
Sin protector	129 b	6-feb a	88 a	439 b	5864 b	85 a	25,6 a
Con protector	213 a	6-feb a	86 b	486 a	6837 a	75 b	25,5 a

1=50% de las panojas florecidas, 2=rendimiento sano, seco y limpio (kg/ha), 3=granos llenos/panoja, 4=peso 1000 granos (g). Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren entre sí según la prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 4. Resultados obtenidos en algunas variables por efecto de la densidad de siembra con el manejo de la fertilización nitrogenada asociada en L5903. UEPL, 2013-2014.

Densidad ¹	plantas/m ²	f50 ²	altura, cm	panojas/m ²	RSSL ³	gchp ⁴	pmg ⁵
487	164 a	06-feb a	88 a	485 a	6812 a	7 b	25,5 a
650	179 a	07-feb a	86 a	441 b	5889 b	10 a	25,5 a

1=semillas viables/m², 2=50% de las panojas florecidas, 3=rendimiento sano, seco y limpio (kg/ha), 4=granos chuzos/panoja, 5=peso 1000 granos (g). Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren entre sí según la prueba de Tukey al 5%.

El otro factor de estudio que promovió diferencias significativas fue la densidad de siembra con el manejo de nitrógeno asociado (Cuadro 5). Si bien se lograron más plantas con la densidad estándar el número de panojas fue similar aunque la densidad baja fue dos días más precoz a floración y más baja la planta a la cosecha. La densidad más baja con todo el nitrógeno al macollaje mostró un rendimiento de arroz sano, seco y limpio significativamente superior a la densidad estándar con dos coberturas de urea al

macollaje y al alargamiento de entrenudos. El tratamiento superior presentó menor peso de 1000 granos, mayor porcentaje blanco total (72,7 vs 72,1%) y de granos enteros (70,2 vs 69,1%) lo que ayuda a entender las diferencias obtenidas.

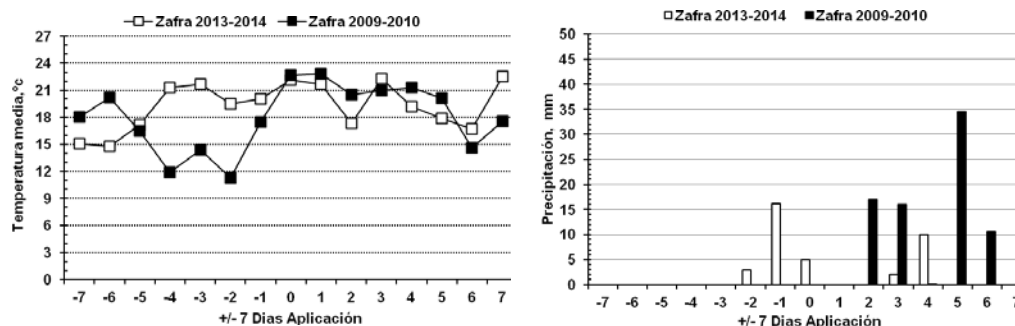


Figura 2. Evolución de la temperatura media y de la precipitación en el período comprendido \pm siete días alrededor de la fecha de la aspersión en preemergencia (día cero). **A:** Temperatura media diaria; **B:** Precipitación diaria. Fecha de aspersión: 29-oct-2009 y 11-nov-2013 en la zafra 2009-10 y en la zafra 2013-14; respectivamente.

Cuadro 5. Resultados obtenidos en algunas variables por efecto de la densidad de siembra con el manejo de la fertilización nitrogenada asociada en Parao. UEPL, 2013-2014.

Densidad ¹	plantas/m ²	f50 ²	altura, cm	panojas/m ²	RSSL ³	gllp ⁴	pmg ⁵
487	243 b	09-feb b	85 a	604 a	8423 a	73 a	26,8 b
650	294 a	07-feb a	82 b	557 a	7735 b	72 a	27,8 a

1=semillas viables/m², 2=50% de las panojas florecidas, 3=rendimiento sano, seco y limpio (kg/ha), 4=granos llenos/panoja, 5=peso 1000 granos (g). Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren entre sí según la prueba de Tukey al 5%.

4. CONCLUSIONES

El Riceprotex protegió al material L5903 (tipo *Índica*) de los efectos adversos del clomazone cuando se lo puso en una situación para que se expresara el problema (siembra temprana en un año con temperaturas frescas aunque no fue tan húmedo como lo deseable); mientras que el protector no aportó un efecto positivo en Parao (tipo *Japónica* tropical) similarmente a los resultados encontrados en la zafra anterior.

5. AGRADECIMIENTO

Se agradece a La Forja S.A. por el suministro del Riceprotex para la realización del presente trabajo.

6. BIBLIOGRAFÍA

DEAMBROSI, E., MÉNDEZ, R. ROEL, A. 1997. Estrategia en la producción de arroz para un mejor aprovechamiento de las principales variables climáticas. INIA treinta y Tres. Serie Técnica 89. 15 p.

SANCHOTENE, D.M., KRUSE, N.D., AVILA, L.A., MACHADO, S.L.O., NICOLodi, G.A. e DORNELLES, S.H.B. 2010. Efeito do protector dietholate na selectividade de clomazone em cultivares de arroz irrigado. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 28, n. 2, p. 339-346

CONTROL DE LA GRAMA FINA (LERHE) CON LAS CUATRO SALES DEL GLIFOSATO MEZCLADAS EN EL TANQUE CON GRAMINICIDAS APLICADOS EN PRIMAVERA

N. Saldain¹, B. Sosa²

PALABRAS CLAVE: LERHE, CYNDA, glifosato

1. INTRODUCCIÓN

La situación por la que atraviesa el cultivo de arroz, hace que se optimice el uso de combustibles de origen fósil por lo que es más frecuente la reducción del laboreo cuando se vuelve sobre retornos, realizándose solamente el pasaje de un herramienta de nivelación pesada. Esta situación nos enfrenta al control de plantas más desarrolladas de las malezas perennes especialmente cuando el régimen hídrico del verano previo fue más húmedo que lo normal. En muchas de estas situaciones, se realiza una aspersión de glifosato temprano en el otoño y otra en primavera que es lo más conveniente de acuerdo a la fisiología de la acumulación de las reservas en las malezas perennes estivales (Ashton y Monaco, 1991). Con el aumento del tamaño de los estolones (tallos superficiales) y los rizomas (tallos subterráneos), el estudio de las mezclas de glifosato con graminicidas cobró interés como manera de ser más eficiente en reducir el número de yemas viables, teniendo en la primavera siguiente menos rebrote para controlar. Varias mezclas mostraron un comportamiento promisorio al reducir el rebrote cuando se realizaron aplicaciones de otoño tanto en la gran fina (LERHE) como en gramilla (CYNDA) a los 5 meses de la aspersión (Saldain *et al*, 2013). El objetivo del presente trabajo fue evaluar varios tratamientos herbicidas en base a glifosato aplicados en la primavera en el efecto sobre el rendimiento del arroz y en el control de LERHE a la cosecha.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Un experimento de campo fue conducido en un suelo arrocero con un área levemente deprimida en la cual LERHE (*Leersia hexandra*) encuentra un ambiente muy favorable para su desarrollo en la zafra 2013-2014. Los detalles de la composición química del suelo se muestran en el cuadro 1. Se evaluaron las cuatro sales del glifosato (dimetil amina: Panzer Gold; potásica: Roundup Full II; amónica: Roundup Ultra Max; isopropilamina: Rango) a una dosis equivalente a 4 l/ha de Rango solas o mezcladas algunas de ellas en el tanque con Verdict M (haloxifop) o Setodim Ultra (setoxidim) o Leopard (quazilofop) de acuerdo a los resultados mencionados anteriormente. Además, se incluyó la mezcla de las sales del glifosato con Agrimet (metsulfuron) y solos los graminicidas Setodim Ultra y Corsario (cletodim) con agregado de Garlón (triclopir) a ambos. Los tratamientos se dispusieron al azar en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Sobre un laboreo de verano, se aplicaron los tratamientos herbicidas 14 días antes de la siembra (14-oct-2013) con un equipamiento que liberaba 140 l/ha de solución, procediéndose a la misma el 29-oct-2013. Previo a la siembra se fertilizó con 130 kg/ha de fosfato de amonio (18-46-0) y 100 kg/ha de cloruro de potasio (0-0-60).

Cuadro 1. Características del horizonte de 0-10 cm en los suelos usados. Villa Passano, 2013-2014.

pH	Fósforo	Potasio	C. orgánico ²	Porcentaje de			Clase
	ppm ¹	meq/100 g		arena	limo	arcilla	textural
6,3	2,5	0,22	2,06	26	43	31	Franca

¹=Resinas, ²=M.O.%=C.O.% x 1,724. Laboratorio de Análisis de Suelos, plantas y Aguas, INIA La Estanzuela.

Se usó la variedad CL 244 a razón de 650 semillas viables/m² para evitar daños por deriva del KIFIX[®] dado que el productor sembró INOV CL, fertilizándose con 50 kg/ha de urea al macollaje previo a la inundación y con otros 50 kg en el alargamiento de entrenudos. Se contaron las plantas en las tres líneas centrales de un metro de largo a los 35 días de la siembra, muestreándose la altura de planta y los componentes del rendimiento a la cosecha. Se valoró el control de LERHE al mes de la cosecha para asegurarnos que estuviera bien visible. Se utilizaron tres transectas de 10 m a lo largo de la parcela con la metodología de punto/cuadrado (100 puntos / transecta; 300 puntos/parcela), expresándose como el

¹ M.Sc., INIA. Programa Arroz. nsaldain@tyt.inia.org.uy

² Téc. Agrop., INIA. Programa Arroz

porcentaje de puntos que tocó LERHE en el primer contacto de las agujas. Los datos de porcentaje de granos con yeso y con mancha se transformaron por la raíz cuadrada del valor de la variable más 0,5; mientras que en la lectura de control de LERHE se usó el logaritmo en base 10 del valor de la variable más 1. Los procedimientos Proc Mixed y Proc Corr del SAS v9.2 fueron empleados en el análisis estadístico.

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis estadístico no detectó ninguna diferencia significativa entre los tratamientos herbicidas para ninguna de las variables estudiadas. A continuación, se muestran los resultados obtenidos y la significación estadística de algunas variables (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2. Significación del análisis estadístico y resultados obtenidos en algunas variables seleccionadas. Villa Passano, 2013-2014.

Herbicidas y/o mezclas	Dosis, g o L/ha	plantas/m ²	RSSL ¹ , kg/ha	% LERHE ²
Roundup Full II	2,7	160	11121	18,9
Roundup Full II + Agrimet	2,7 + 5	143	11306	7,2
Roundup Full II + Verdict M	2,7 + 1,5	126	10309	13,7
Roundup Full II + Verdict M + Garlón	2,7 + 1,5 + 0,5	126	10832	28,6
Roundup Full II + Setodim Ultra	2,7 + 2,0	113	10844	23,2
Corsario + Garlón + Natural Óleo	0,6 + 0,5 + 0,5	142	9973	36,9
Setodim Ultra + Garlón + Natural Óleo	2,0 + 0,5 + 0,5	131	11215	41,3
Rango + Li 700	4,0 + 0,7	160	10394	26,3
Rango + Agrimet + Li 700	4,0 + 5 + 0,7	144	11059	16,9
Rango + Leopard + Li 700	4,0 + 3 + 0,7	139	10859	20,2
Roundup Ultra Max	2,1	152	10207	22,3
Roundup Ultra Max + Agrimet	2,1 + 5	154	11054	24,9
Roundup Ultra Max + Verdict M	2,1 + 1,5	109	10359	33,7
Panzer Gold	3,0	155	10361	27,2
Panzer Gold + Agrimet	3,0 + 5	174	11269	24,2
Panzer Gold + Setodim Ultra	3,0 + 2,0	173	11092	9,9
Media		144	10766	23,4
C.V.%		29,3	7,5	-
Sig. Bloques		0,4244	0,5118	0,3566
Sig. Tratamientos herbicidas		0,8254	0,6095	0,0565

¹=Rendimiento de arroz seco, sano y limpio, ²=medias ajustadas después de considerada la variación espacial en el análisis estadístico

Cuadro 3. Significación del análisis estadístico y resultados obtenidos en algunas variables de los componentes del rendimiento del arroz. Villa Passano, 2013-2014.

Herbicidas y/o mezclas	Dosis, g o L/ha	panojas/m ²	granos lentos/p	pmg ¹
Roundup Full II	2,7	552	69	25,1
Roundup Full II + Agrimet	2,7 + 5	650	64	25,1
Roundup Full II + Verdict M	2,7 + 1,5	653	63	25,4
Roundup Full II + Verdict M + Garlón	2,7 + 1,5 + 0,5	608	69	25,5
Roundup Full II + Setodim Ultra	2,7 + 2,0	627	75	25,5
Corsario + Garlón + Natural Óleo	0,6 + 0,5 + 0,5	500	72	25,2
Setodim Ultra + Garlón + Natural Óleo	2,0 + 0,5 + 0,5	559	87	25,3
Rango + Li 700	4,0 + 0,7	585	79	25,8
Rango + Agrimet + Li 700	4,0 + 5 + 0,7	588	74	25,5
Rango + Leopard + Li 700	4,0 + 3 + 0,7	621	76	25,6
Roundup Ultra Max	2,1	611	70	25,6
Roundup Ultra Max + Agrimet	2,1 + 5	578	74	25,4
Roundup Ultra Max + Verdict M	2,1 + 1,5	601	80	25,7
Panzer Gold	3,0	696	76	25,2
Panzer Gold + Agrimet	3,0 + 5	608	70	25,1
Panzer Gold + Setodim Ultra	3,0 + 2,0	640	80	24,8
Media		605	74	25,4
C.V.%		15,4	14,1	1,4
Sig. Bloques		0,2985	0,2812	0,4454
Sig. Tratamientos herbicidas		0,7308	0,4377	0,1844

¹=peso de mil granos

Si bien la densidad de plantas lograda a los 35 días de la siembra estuvo por debajo de 220 plantas/m² que era la población que se pretendía. La implantación del cultivo no fue afectada ni tampoco su macollaje por ninguna de las mezclas evaluadas. Al fertilizarse con nitrógeno seguido inmediatamente de la entrada de agua el cultivo creció vigorosamente compitiendo fuertemente con LERHE que comenzó a brotar al establecerse la inundación, obteniéndose excelentes rendimientos de arroz. Si bien estadísticamente no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos en el control de LERHE aún sacando la variabilidad espacial del análisis, se observa que algunos tratamientos tienen menos y otros más de la maleza. Se encontró una correlación media y negativa entre la lectura de control de LERHE con el rendimiento de arroz ($r = -0,65$, $n=48$, $p < 0,0001$) mostrando cierta asociación. Al cosecharse el arroz y haber eliminado la competencia por sombreado, LERHE brotó bien en un otoño favorable indicando que las estructuras vegetativas estaban activas debajo del follaje del arroz.

4. CONCLUSIONES

Si bien el follaje de LERHE fue afectado por las mezclas aplicadas en primavera, al inundar el cultivo rebrotó y vegetó bajo la sombra del CL 244 muy macollado siendo que ninguno de los tratamientos aplicados fue superior significativamente en el control. Algunos de ellos complementarían el control obtenido cuando se realizó una aplicación - a fines del verano principio del otoño – debido a la alta presencia de la maleza.

5. AGRADECIMIENTO

Se agradece al productor Antonio Ubilla su gentileza en ceder un área para la realización este trabajo y la buena coordinación que se mantuvo para conducirlo sin inconvenientes.

6. BIBLIOGRAFÍA

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

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).

SALDAIN, N.E., SOSA, B. 2013. Evaluación del glifosato mezclado en el tanque con otros herbicidas para el control de gramilla y alternantera. In: INIA Treinta y tres. Arroz Resultados Experimentales 2012-2013. Treinta y Tres. INIA p. 12-14 (Serie Actividades de Difusión 713).

EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA AL QUINCLORAC DE BIOTIPOS DE CAPÍN (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv)

Manuel Diez¹, Pedro Díaz², Claudia Marchesi³, Néstor Saldain⁴

PALABRAS CLAVE: quinclorac, capín, tolerancia

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que afectan la productividad, sostenibilidad y la calidad de la producción arroceras es la aparición de malezas resistentes a herbicidas. En la actualidad el capín es la maleza que tiene mayor presencia en arrozales del Uruguay. Se han utilizado una gran diversidad de herbicidas, uno de ellos es la auxina sintética quinclorac, que actúa imitando el efecto de una sobredosis de auxinas endógenas. Se detectaron varios biotipos de capín resistentes a quinclorac provenientes de arrozales de la región Este, confirmando a través de ensayos dosis – respuesta en plantas (Saldain *et al.* 2012). Si bien existen otras opciones químicas de control de capines, es importante poder contar con todas las herramientas químicas para poder hacer una rotación de productos a la hora de decidir qué utilizar, previniendo la evolución a poblaciones resistentes. Por esta razón se ha convertido en una prioridad conocer de manera rápida el grado de susceptibilidad de las poblaciones de capín. El objetivo de este trabajo fue validar una técnica para determinar el grado de tolerancia al quinclorac de biotipos de capín.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron cuatro biotipos de capín cuya semilla fue colectada en chacras de la región Este del Uruguay. Se usó un biotipo susceptible (A33P2) y tres biotipos tolerantes (Zapata1, E7 y CASRB282) a quinclorac (Saldain *et al.* 2012). Se realizaron ensayos dosis-respuesta en plántulas de los diferentes biotipos en placas de Petri, con concentraciones crecientes de quinclorac (0,6 a 160 μ M) más un testigo sin herbicida. Se esterilizaron 0,2 g de semillas con 3 mL de H₂SO₄ 10M durante 8 min. y se realizaron 3 lavados con agua estéril, cada 30 minutos. Las semillas se incubaron en placa con agar-agua 1% (p/v) durante 2-3 días a 30° C hasta obtener plántulas de aproximadamente de 5 mm de longitud. Las plántulas se transfirieron a placas de Petri cuadradas estériles, con 100 mL de solución nutritiva Hornum agar 1% (p/v) y el volumen necesario de quinclorac para conseguir la concentración adecuada, a razón de 5 plántulas por placa. Las placas se incubaron a 30°C, con un fotoperíodo de 16 h luz/8 h oscuridad durante 7 días. Pasado ese tiempo se retiraron las plántulas de las placas y se realizó un registro fotográfico de cada grupo. Se utilizaron dos repeticiones por tratamiento y el experimento se realizó dos veces. Se midió la longitud final de la parte aérea y radicular con el software Image Pro-Plus. El crecimiento se determinó como la diferencia entre la longitud final de la plántula y la longitud inicial al momento de la transferencia a la placa. Se calculó la tasa de crecimiento relativa (TCR) (Quero *et al.* 2014) de la parte aérea y radicular para cada concentración de herbicida. También se determinó la dosis de herbicida que reduce el crecimiento en un 50% (GR₅₀) a partir de ajustes no lineales, con el programa estadístico R (paquete *drc*) (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2004). Para determinar el grado de resistencia de cada biotipo se evaluó el factor de resistencia FR (GR₅₀R/ GR₅₀S).

3. RESULTADOS

En la cuadro 1 se presentan los datos de la TCR en parte aérea y radicular, observándose que el herbicida inhibió fuertemente el crecimiento radicular de todos los biotipos, siendo el biotipo A33P2 el más afectado (Figura 1). Con respecto a la parte aérea, se observó una fuerte inhibición del crecimiento en el biotipo A33P2 y una leve inhibición en los biotipos Zapata1, E7 y CASRB282. Los procesos bioquímico-fisiológicos que puedan dar tolerancia al quinclorac en el capín todavía no se conocen totalmente.

¹ Lic. Bioquímica, (Beca Maestría ANII-INIA)

² Dr. Cátedra de Bioquímica, Facultad de Agronomía

³ Ph.D. INIA. Programa Arroz, cmarchesi@inia.org.uy

⁴ MSc. INIA. Programa Arroz, nsaldain@inia.org.uy

Los valores de GR_{50} para la parte aérea confirman los resultados obtenidos en los ensayos dosis-respuesta tradicionales (Cuadro 2). Los biotipos CASRB282, E7 y Zapata1, poseen un grado elevado de tolerancia a quinclorac ($FR > 10$).

Cuadro 1. Tasa de crecimiento relativo (TCR) de la parte radicular y aérea sometida a dosis de quinclorac expresada como porcentaje con respecto al control sin herbicida (base=100).

Biotipo	Parte radicular					Parte aérea				
	Concentración de quinclorac en el medio de cultivo (μM)									
capín	0,6	1,2	2,4	4,8	10	0,6	1,2	2,4	4,8	10
A33P2	51 ± 5	44 ± 5	28 ± 5	27 ± 4	9 ± 2	50 ± 6	31 ± 4	30 ± 4	5 ± 1	0
Zapata1	100	92 ± 4	61 ± 5	35 ± 4	23 ± 3	100	100	100	95 ± 4	72 ± 4
E7	100	94 ± 4	74 ± 3	42 ± 5	33 ± 5	100	100	100	94 ± 5	82 ± 4
CASRB282	100	90 ± 5	60 ± 6	54 ± 3	38 ± 5	100	100	96 ± 2	88 ± 7	67 ± 9



Figura 1. Ensayo dosis-respuesta para el biotipo E7 (fila superior: 1-3) y A33P2 (fila inferior: 4-6). De izquierda a derecha se muestra el resultado obtenido para el control sin herbicida; 2,4 μM y 4,8 μM de quinclorac.

Cuadro 2. Dosis de herbicida que reduce el crecimiento de plantas (parte aérea) en un 50% (GR_{50} μM) y factor de resistencia FR (GR_{50R} / GR_{50S}).

Biotipos de capín	GR_{50}	$FR = GR_{50R} / GR_{50S}$	p.
A33P2	1,50 ± 0,15	-	-
Zapata1	46,8 ± 16,7	31,2 ± 15,5	0.033
E7	53,5 ± 19,2	35,6 ± 13,3	0.041
CASRB282	44,7 ± 11,0	29, ± 12,3	0.022

4. CONCLUSIONES

La técnica desarrollada fue efectiva para evaluar diferencias en la tolerancia la quinclorac en los diferentes biotipos analizados. Es una técnica rápida y simple, que podrá ser utilizada para monitorear el grado de resistencia al quinclorac de las poblaciones de capín en los arrozales de Uruguay. A partir de los resultados obtenidos, una concentración de 10 μM de quinclorac sería adecuada para discriminar un biotipo sensible de uno tolerante.

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Cía Cibles S.A. por proveer el estándar analítico del quinclorac y al Sistema Nacional de Becas de Posgrado ANII-INIA por su apoyo financiero.

6. BIBLIOGRAFÍA

QUERO, G. E., GUTIÉRREZ, L., & LASCANO, R. (2014). Identification of QTLs for shoot and root growth under ionic-osmotic stress in Lotus using a RIL population. *Crop & Pasture Science*, 65, 139–149.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2004) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria

SALDAIN, N.E., SOSA, B. *et al.* Susceptibilidad de los biotipos de capín colectados a los herbicidas usados en arroz en la zona Este del Uruguay. Capítulo 5, p9-18. SAD 686 ARROZ Resultados Experimentales 2011-2012. Treinta y Tres, 2012.

EFECTO DE LA DOSIS DE KIFIX® Y DEL MANEJO DEL RIEGO EN LA PRODUCTIVIDAD INICIAL DE LA PRADERA SUBSIGUIENTE

N. Saldain¹, R. Bermúdez², N. Serrón³, A. López⁴, B. Sosa⁵

PALABRAS CLAVE: mezcla especies forrajeras, KIFIX®, malezas

1. 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 productividad del raigrás y del trébol rojo fueron afectadas negativamente cuando se sembraron a la semana de la cosecha del arroz Clearfield®, especialmente en aquellos suelos con un contenido de arena superior al 50% (Pinto, *et al*, 2007a; Saldain *et al*, 2012). El Only® (imazetapir) se acumuló en el horizonte subsuperficial cuando el arroz Clearfield® fue sembrado en directa (Kraemer, *et al*, 2009). Después de inundar el cultivo de arroz, el pH de la solución del suelo tiende a 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). El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de las dosis del KIFIX® y del manejo del riego en el arroz Clearfield® en la productividad inicial de la pradera subsiguiente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Un experimento fue iniciado de manera independiente en 2005, 2007 y 2008 en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL) con un suelo Solod Melánico Ócrico de textura franco a limo arenoso. Los tratamientos evaluados fueron un factorial de tres manejos de la inundación (a los 3, 7 y 21 días después de la aspersión del KIFIX® (DDA) yendo este último con y sin baños semanales) y cinco aspersiones de KIFIX® (0, 140, 210, 280 asperjados en postemergencia temprana más la secuencia de 140 en preemergencia seguida por 140 g/ha en postemergencia temprana). El diseño usado fue de parcelas divididas, asignándose los niveles del manejo del riego a las parcelas grandes y dentro de éstas se asignaron al azar los niveles del factor dosis. Los tratamientos se dispusieron en bloques al azar con cuatro repeticiones. La pradera se sembró después 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. En el cuadro 1, se muestran las características de los suelos usados y en el cuadro 2 las fechas de las actividades más relevantes realizadas. Todos los cultivos se condujeron de acuerdo a las recomendaciones existentes.

Cuadro 1. Características del horizonte de 0-10 cm en los suelos usados. UEPL¹, 2005, 2006 y 2008.

Años	pH	C. orgánico ²	Porcentaje de			Clase textural
			arena	limo	arcilla	
2005-2006	5,6	1,06	36	51	13	Limo arenoso
2006-2007	6,4	0,91	26	45	29	Franca
2008-2009	5,4	1,88	28	45	27	Franca

¹Unidad Experimental del Paso de la Laguna, 2M.O.% = C.O.% x 1,724. Laboratorio de Análisis de Suelos, plantas y Aguas, INIA La Estanzuela.

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis estadístico detectó interacción entre el año de realización del experimento (combinación sitio específico dentro de la misma localidad y las condiciones ambientales) y los distintos manejos del riego evaluados en la materia seca producida a los 180 DDS por las especies forrajeras sembradas ($p=0,0006$). En el cuadro 3, se aprecia que lo inundado a los 3, 7 y 21 DDA con baños intermedios produjo menos materia seca que cuando las parcelas se inundaron a los 21 DDA sin baños en el año

¹ M.Sc. INIA. Programa Arroz. nsaldain@inia.org.uy

² M.Phil. INIA. Programa Plantas Forrajeras. rbermudez@inia.org.uy

³ Téc. Agrop. INIA. Programa Plantas Forrajeras.

⁴ Idónea Agrop. Contrato a término finalizado

⁵ Téc. Agrop. INIA. Programa Arroz.

2005-2006, no encontrándose diferencias significativas en los otros. Estos datos sugieren que en una primavera seca la inundación temprana o los baños para activar la aplicación del KIFIX® en postemergencia previos a la inundación preservarían el herbicida de la degradación microbiana por movimiento hacia el horizonte sub superficial, especialmente cuando tiene un contenido de arena superior al 30% (mayor conductividad). Una situación similar podría presentarse, si después de la aspersión KIFIX® ocurre una lluvia que satura el suelo y ayuda a mover el herbicida por debajo de la superficie. La interacción comentada no afectó la producción de materia seca de la fracción malezas (datos no mostrados).

Cuadro 2. Actividades más relevantes realizadas. UEPL¹, 2005, 2006 y 2008.

Actividad/Año	2005-2006	2006-2007	2008-2009
Arroz Clearfield	CL 161	Puitá INTA CL	Puitá INTA CL
Siembra	10-nov	13-nov	29-oct
Aplicación KIFIX®			
preemergente	21-nov	23-nov	05-nov
postemergente	14-dic	23-dic	24-nov
Baño(s)			
1 ^{er}	19-nov	30-nov	-
2 ^{do}	22-nov	-	-
3 ^{er}	29-nov	-	-
Inundación			
3 DDA ²	16-dic	26-dic	27-nov
7 DDA	22-dic	29-dic	02-dic
21 DDA c/baños	04-ene-06	12-ene-07	17-dic
1 ^{er} baño	22-dic	29-dic	02-dic
2 ^{do} baño	28-dic	05-ene-07	-
21 DDA s/baño	04-ene-06	12-ene-07	17-dic
Cosecha arroz			
3 DDA	18-abr-06	27-abr-07	29-abr-09
7 DDA	18-abr-06	27-abr-07	29-abr-09
21 DDA c/baño	26-abr-06	30-abr-07	30-abr-09
21 DDA s/baño	03-may-06	30-abr-07	30-abr-09
Pradera			
Siembra	10-may-06	11-may-07	06-may-09
Corte a 180 DDS ³	11-nov-06	19-nov-07	09/10-nov-09

1=Unidad Experimental del Paso de la Laguna, 2=días después de la aplicación, 3=días después de la siembra

Cuadro 3. Materia seca producida (kg/ha) por la pradera a los 180 DDS¹ debida a la interacción año por manejo del riego. UEPL².

Años	Inundación después de la aspersión del KIFIX®			
	3 DDA ³	7 DDA	21 DDA c/baños	21 DDA s/baños
2005-2006	2571 b	2287 b	2871 b	3652 a
2006-2007	1215 a	1134 a	1202 a	1144 a
2008-2009	2870 a	2983 a	2958 a	2625 a

1=días después de la siembra, 2=Unidad Experimental del Paso de la Laguna, 3=días después de la aplicación, Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente según la prueba de mínima diferencia significativa (LSD) al 5% dentro del mismo año (fila).

También la interacción entre el año y las dosis de KIFIX® afectó significativamente la productividad de la pradera ($p=0,0146$). En el año 2005-2006, se aprecia que efecto de la dosis del KIFIX® fue errático en la producción inicial de forraje con respecto al testigo sin imidazolinonas; mientras en el año 2006-2007 las dosis de 210 y 280 g/ha fueron superior al testigo aunque a un nivel de productivo inferior debido al déficit hídrico ocurrido en la primavera del 2007 (menor productividad de los tres evaluados). En el año 2008-2009, si bien no se obtuvieron diferencias significativas entre las dosis de KIFIX®, la productividad de 280 g/ha tendió a ser menor a la del testigo (2722 vs 2958, $p=0,116$) y en el mismo sentido lo hizo cuando comparamos la aplicación sola con la secuencia de 140//140 g/ha (2722 vs 2995, $p=0,0661$). Esto indicaría que fraccionar las dosis del herbicida es un manejo favorable a dejar menos residuos disponibles para interferir con el crecimiento inicial de la pradera que incluya raigrás en la mezcla (Cuadro 4). La misma interacción se presentó significativa para la materia seca producida por la fracción maleza ($p=0,0489$). En el año 2005-2006, solamente las dosis de 210, 280 y la secuencia de 140//140 g/ha de KIFIX® presentaron la menor contribución de la fracción malezas atento al control superior logrado, siendo en los otros años la presencia de las malezas muy inferior (Cuadro 5).

Cuadro 4. Materia seca producida (kg/ha) por la pradera a los 180 DDS¹ debida a la interacción años por dosis de KIFIX[®]. UEPL².

Años	Dosis de KIFIX [®] , g/ha				
	0	140	210	280	140 PRE ³ //140 POST ⁴
2005-2006	3073 a	2725 b	2838 a	2769 b	2819 a
2006-2007	974 c	1094 bc	1467 a	1311 ab	1022 bc
2008-2009	2958 a	2860 a	2762 a	2722 a	2995 a

1=días después de la siembra, 2=, Unidad Experimental del Paso de la Laguna, 3=aplicación en preemergencia, 4=aplicación en postemergencia. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente según la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 5% dentro del mismo año (fila).

Cuadro 5. Materia seca producida (kg/ha) por la fracción maleza a los 180 DDS¹ debida a la interacción años por dosis de KIFIX[®]. UEPL².

Años	Dosis de KIFIX [®] , g/ha				
	0	140	210	280	140 PRE ³ //140 POST ⁴
2005-2006	424 a	425 a	350 b	304 b	330 b
2006-2007	77 a	66 a	48 a	105 a	47 a
2008-2009	2 a	0 a	31 a	5 a	9 a

1=días después de la siembra, 2=, Unidad Experimental del Paso de la Laguna, 3=aplicación en preemergencia, 4=aplicación en postemergencia. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente según la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 5% dentro del mismo año (fila).

4. CONCLUSIONES

La inundación temprana del arroz Clearfield[®] es muy importante para lograr un eficaz control de las malezas con el KIFIX[®] por lo que en una chacra de arroz o en parte de ella con suelos con un contenido de arena superior al 30% podría reducirse el crecimiento inicial de la pastura que incluya raigrás en un 33% (media entre 3 y 7 DDA) con respecto a la inundación más tardía sin baños previos (testigo).

5. AGRADECIMIENTO

Se agradece al Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) por la financiación parcial de las actividades descriptas en el informe.

6. BIBLIOGRAFÍA

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, A.; ALMEIDA, G.F.; PINHO, C.F.; PIVETA, L.B. 2007b. Efeito do pH na mobilidade da mistura herbicida imazapic + imazethapyr no perfil de um Planossolo Hidromórfico Eutrófico Solódico. In: Anais V Congresso Brasileiro de Arroz irrigado Volume II p. 303-306 Eds. Magalhães et al. Pelotas, RS.

SALDAIN, N.E.; BERMÚDEZ, R.; SERRÓN, N.; SOSA, B. 2012. 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. Arroz Resultados Experimentales 2011-2012. Treinta y Tres. INIA Cap. 5 p32-37 (Serie Actividades de Difusión 686).

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).

EFFECTO DEL KIFIX® ASPERJADO EN EL ARROZ CLEARFIELD® SOBRE EL RAIGRÁS SUBSIGUIENTE SEGUIDO POR ARROZ SIN RESISTENCIA (NO CLEARFIELD®) O SORGO FORRAJERO EN SIEMBRA DIRECTA

N. Saldain¹, A. López², B. Sosa³

Palabras clave: cultivos subsiguientes, KIFIX®, tipo de suelo

1. INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de materiales de arroz Clearfield® (CL) resistentes al KIFIX® (imazapir + imazapic, relación 3:1) permitió controlar selectivamente el arroz maleza (arroz rojo), especie congénere del arroz cultivado, junto a otras malezas de una manera sencilla y muy práctica. Desde hace varios años, se comercializa el cv. Puitá INTA CL, el híbrido INOV CL y con la pronta liberación de nuevos materiales promisorios como CL 244 y CL 212 (resistente a bruzone) es altamente probable que aumente el área cultivada con esta tecnología y el concomitante uso del KIFIX®. La alfalfa y el raigrás sembradas después del maíz IMI® redujeron su productividad (Alister *et al.*, 2005), mientras que la siembra de raigrás y de trébol rojo después del arroz CL también fueron afectadas negativamente, especialmente cuando el contenido de arena del suelo fue mayor al 50% (Saldain *et al.*, 2012). IRGA 417 sembrado a los 317 días después de la aplicación (DDA) del Only® (imazetapir + imazapic, relación 3:1) redujo el rendimiento de arroz en un 55% sobre el testigo (sin imidazolinonas). No obstante, aunque el daño fue evidente cuando se sembró a los 705 DDA no se redujo significativamente el rendimiento de arroz (Marchezan *et al.*, 2010). En Capão do Leão, el raigrás sembrado después del arroz CL con 1 L/ha de Only® disminuyó significativamente la productividad (Pinto, *et al.*, 2007b) mostrando un comportamiento similar el sorgo granifero (Pinto, *et al.*, 2007a). El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del KIFIX® en la productividad de los cultivos subsiguientes de otoño y primavera en una secuencia de cultivos bajo siembra directa en suelos contrastantes de la zona este del Uruguay.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Un experimento de secuencia de cultivos fue conducido de manera independiente en Río Branco (RB) con un suelo Planosol Dístico Ócrico de textura franco a franco arenoso y en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL) con un suelo Solod Melánico Ócrico de textura franco a limo arcilloso. En el primer sitio, la secuencia se inició de manera independiente en 2008 y en 2009, mientras que en el segundo sitio fue iniciada en 2007, 2008 y 2009. La secuencia consistió de arroz CL seguido de raigrás sembrado a la semana de la cosecha del arroz. En la primavera siguiente sobre los restos vegetales previamente desecados se sembró directamente una variedad de arroz No CL (RB y UEPL) y sorgo forrajero (RB). Los tratamientos herbicidas usados en la secuencia fueron: un testigo con aspersión de herbicidas que no fueran imidazolinonas y los otros tratamientos fueron 210 y 420 g/ha de KIFIX® aplicados en postemergencia. Cinco días después de la aspersión, se inundaron las parcelas con una lámina permanente en función del desarrollo del arroz. En el cuadro 1, se muestran las características de los suelos donde se sembró el experimento de secuencias en cada sitio y en el cuadro 2 las fechas de las actividades más relevantes realizadas. Todos los cultivos se condujeron de acuerdo a las recomendaciones existentes tanto para la densidad de siembra como para la fertilización.

3. RESULTADOS

Se presentarán los resultados obtenidos por especie. En el raigrás a los 90 días después de la siembra (DDS) no se encontraron diferencias significativas en la población ni tampoco en el peso de las plántulas tanto en la UEPL como en Río Branco; mientras que sólo se detectaron diferencias significativas en la altura de la planta a los 180 DDS en RB (Cuadro 3). Además, la materia seca producida por el raigrás cv. LE 284 fue reducida en un 23,1% y un 20,3% en uno de tres años con respecto al testigo para RB y para la UEPL; respectivamente (Cuadro 4). Estos hechos indicarían que la toxicidad no se expresó cuando se instaló el raigrás sino cuando exploró más volumen de suelo y consumió más residuos de los herbicidas.

¹

² M.Sc., INIA Programa Arroz. nsaldain@tyt.inia.org.uy

² Idóneo Agrop., Contrato a término finalizado

³ Téc. Agrop., INIA Programa Arroz

Con respecto al arroz No CL, no se detectaron diferencias significativas entre las dosis de KIFIX® para las variables medidas en los cinco ensayos realizados (Cuadro 5). En el campo se observó un atraso en la maduración (mayor tiempo para alcanzar la madurez fisiológica) en INIA Olimar en RB, 2008-2009. Finalmente, en el sorgo forrajero solamente se detectó diferencias significativas entre las dosis de KIFIX® en la población de plantas obtenidas; mientras que las otras variables permanecieron incambiables (Cuadro 6). Se destaca el hecho de que se tuvo que sembrar el sorgo forrajero en los dos años estudiados, estando asociado el mismo a que son suelos donde se pierde rápidamente la humedad alrededor de la semilla o una lluvia satura el suelo alrededor de la misma afectando mucho estas contingencias la emergencia.

Cuadro 1. Características de los suelos usados en el experimentos de la secuencia arroz CL: raigrás: siembra directa arroz No CL o sorgo forrajero. UEPL: 2007, 2008 y 2009; RB: 2008 y 2009.

Sitio	pH	C. orgánico ³	Porcentaje de			Clase
Profundidad			arena	limo	arcilla	textural
UEPL ¹						
0-10 cm	5,4 ± 0,3	1,38 ± 0,44	27 ± 2	46 ± 2	27 ± 3	Franca
10-20 cm	5,8 ± 0,3	1,22 ± 0,22	27 ± 3	45 ± 2	29 ± 2	F. a Limo arcilloso
Río Branco ²						
0-10 cm	5,5 ± 0,1	0,96 ± 0,27	48 ± 2	33 ± 1	18 ± 3	Franca
10-20 cm	5,9 ± 0,2	0,60 ± 0,12	49 ± 4	31 ± 2	20 ± 4	Franca a F. arenoso

1=Unidad Experimental del Paso de la Laguna (media de tres ensayos), 2=media de dos ensayos, 3M.O.=C.O.% x 1,724. Laboratorio de Análisis de Suelos, plantas y Aguas, INIA La Estanzuela.

Cuadro 2. Actividades más relevantes realizadas en la secuencia arroz CL: raigrás: siembra directa arroz No CL o sorgo forrajero. UEPL y Río Branco.

Año/Sitio Actividad	2007-2008		2008-2009		2009-2010	
	UEPL ¹		UEPL	Río Branco	UEPL	Río Branco
Arroz CL ² siembra	15-nov		29-oct	21-oct	30-oct	18-dic
Aplicación KIFIX®	13-dic		22-nov	9-dic	04-dic	19-ene
Inundación	19-dic		25-nov	14-dic	09-dic	25-ene
Raigrás L 284						
Siembra	06-may		20-abr	28-abr	14-abr	01-jun
Corte	27-oct		16-oct	22-oct	13-oct	pastoreo
Arroz No CL ³						
Siembra	10-nov		30-oct	18-dic	28-oct	03-nov
Sorgo forrajero ⁴						
Siembra	-		-	18-dic	-	03-nov
Re siembra	-		-	09-ene	-	27-nov

1=Unidad Experimental del Paso de la Laguna, 2= CL 161 y Puitá INTA CL en la UEPL y Avaxi CL en Río Branco, 3=El Paso 144 en la UEPL e INIA Olimar en Río Branco, 4=Talisman en 2009 y ACA 764 en 2010

Cuadro 3. Densidad y crecimiento inicial a los 90 DDS¹ y altura a los 180 DDS del raigrás cv. LE 284 en ambos sitios.

KIFIX® g/ha	Plantas/m ²		Peso seco, g/10 plantas		Altura/planta ⁴ , cm	
	UEPL ²	RB ³	UEPL	RB	UEPL	RB
0	401	466	2,3	2,1	73	82 a
210	349	475	2,8	1,4	71	75 b
420	394	497	2,8	1,8	70	73 b
LSD _{0,05}	ns	ns	ns	ns	ns	5

1=días después de la siembra, 2=Unidad Experimental del Paso de la Laguna (media de tres ensayos), 3=Río Branco (media de dos ensayos en el 2008-09), 4=al momento del corte, ns=no significativo. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente según la prueba de Fischer al 5%.

Cuadro 4. Materia seca producida (kg/ha) del raigrás cv. LE 284 a los 180 DDS¹ en ambos sitios.

KIFIX® g/ha	Unidad Experimental Paso de la Laguna			Río Branco ²
	2007-08 ³	2008-09	2009-10	2008-09
0	1043 e	3281 a	1866 d	3797 a
210	921 e	2571 bc	2146 d	2932 b
420	1085 e	2692 b	2248 cd	2918 b
LSD _{0,05}		423		357

1=días después de la siembra, 2=media de dos ensayos en el 2008-09, ns=no significativo, 3=producida entre los 90 a 180 DDS. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente según la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 5%.

Cuadro 5. Resultados del arroz No CL sembrado directamente en el rastrojo de raigrás en ambos sitios.

KIFIX® g/ha	Plantas/m ²		Panojas/m ²		Altura/planta ³ , cm		Rendimiento, kg/ha	
	UEPL ¹	RB ²	UEPL	RB	UEPL	RB	UEPL	RB
0	178	243	510	558	80	73	6442 a	5654
210	202	257	522	581	82	72	7128 a	5511
420	186	240	487	533	82	73	6735 a	5275
Tukey _{0,05}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	978	ns

1=Unidad Experimental del Paso de la Laguna (media de tres ensayos), 2=Río Branco (media de dos ensayos), 3=al momento de la cosecha, ns=no significativo. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente según la prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 6. Resultados del sorgo forrajero sembrado directamente en el rastrojo de raigrás. Río Branco¹.

KIFIX® g/ha	Plantas/m ²	Altura/planta	Materia seca en 180 DDS
		cm	kg/ha
0	31 b	193	9112
210	38 ab	194	9225
420	42 a	193	9906
LSD _{0,05}	9	ns	ns

1=todas las medidas fueron tomadas a la cosecha y los datos representan la media de dos ensayos, ns=no significativo. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente según la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 5%.

4. CONCLUSIONES

A pesar de que la siembra directa favorece la acumulación de los residuos de las imidazolinonas en el horizonte subsuperficial en el suelo cuando se cultiva arroz CL, no se encontraron efectos adversos severos en el arroz No CL ni tampoco en el sorgo forrajero, aunque es una especie más susceptible, siendo el raigrás la única especie que su productividad fue reducida en dos de cuatro ensayos.

5. AGRADECIMIENTO

Se agradece a los Ings. Agrs. PhD. Albert Fischer (UCD) y PhD. Luis A. Ávila (UFPEL) por los aportes recibidos en la formulación del experimento y al Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) por la financiación parcial de las actividades descritas en el informe.

6. BIBLIOGRAFÍA

ALISTER, C.; KOGAN, M. 2005. Efficacy of imidazolinonas herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover effect on rotational crops. *Crop Protection* 24:375-379.

MARCHEZAN, E.; SANTOS, F.M.; GROHS, M.; AVILA, L.A.; MACHADO, S.L.O.;SENSEMAN, S.A.; MASSONI, P.F.S.; SARTORI, M.S. 2010. Carryover of imazethapyr and imazapic to nontolerant rice. *Weed Technology* 24:6-10

PINTO, J.J.O.; NOLDIN, J.A.; ROSENTHAL, M.D. PIVETA, L.B.; PINHO, C.F. 2007a. Comportamento da cultura do sorgo granífero (*Sorghum bicolor*), cv BR 304, semeado em rotação com o arroz Clearfield®. In: Anais V Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado Volume II p. 300-302 Eds. Magalhães et al. Pelotas, RS.

PINTO, J.J.O.; NOLDIN, J.A.; ROSENTHAL, M.D.; ALMEIDA, G.F.; DONIDA, A. 2007b. Efeito da actividade 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.

SALDAIN, N.E.; BERMÚDEZ, R.; SERRÓN, N.; SOSA, B. 2012. 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. Arroz Resultados Experimentales 2011-2012. Treinta y Tres. INIA Cap. 5 p32-37 (Serie Actividades de Difusión 686).

PERSISTENCIA Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL KIFIX® EN SUELOS ARROCEROS EN EL ESTE DEL URUGUAY

N. Saldain¹, A. López², B. Sosa³

PALABRAS CLAVE: persistencia, tipo de suelo, KIFIX®

1. INTRODUCCIÓN

El advenimiento de la tecnología Clearfield® con el uso del herbicida KIFIX® (imazapir + imazapic, relación 3:1) permitió controlar selectivamente el arroz maleza (arroz rojo), especie congénere del arroz cultivado, junto a otras malezas de una manera sencilla y muy práctica. El imazapir y el imazapic pertenecen a la familia de las imidazolinonas siendo ambos inhibidores de la ALS, enzima que participa en la síntesis de los aminoácidos ramificados leucina, isoleucina y valina. Ambos herbicidas pueden presentar una vida media en el suelo superior a los 100 días lo que indicaría que tienen el potencial de interferir con los cultivos subsiguientes en la rotación con el arroz (Senseman, 2007). La disipación en el suelo de estos herbicidas es dependiente de la actividad microbiana, de manera que su degradación es afectada por factores como el contenido de materia orgánica en el suelo, la presencia de oxígeno, la humedad, la temperatura, el pH de la solución del suelo y la textura (Shaner, *et al.*, 2000 y Van Acker 2005). El uso de la tecnología Clearfield® en el cultivo de arroz está asociada a la inundación temprana para activar el herbicida en el suelo y complementar el control lo que podría promover una mayor persistencia de los componentes del KIFIX® (Saldain, 2007). El objetivo del presente trabajo, fue determinar el crecimiento del sorgo forrajero (SF) como planta indicadora en un bioensayo con suelo sin la presencia de residuos de los principios activos del KIFIX® y con suelo que contenía residuos de los mismos como manera de evaluar la actividad biológica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Un experimento de secuencia de cultivos fue conducido de manera independiente en 2008-2009 y en 2009-2010. Los sitios fueron: Río Branco en un suelo Planosol Dístico Ócrico con textura franco a franco arenoso y en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL) en un suelo Solod Melánico Ócrico con textura franco a limo arcilloso. La secuencia consistió de arroz Clearfield® seguido de raigrás sembrado a la semana de la cosecha del arroz. En la primavera siguiente sobre los restos vegetales previamente desecados se sembró directamente una variedad de arroz no Clearfield®. Los tratamientos herbicidas usados en la secuencia fueron: un testigo con aspersión de herbicidas que no fueran imidazolinonas y los otros tratamientos fueron 210 y 420 g/ha de KIFIX® aplicados en postemergencia. Cinco días después de la aspersión, se inundaron las parcelas con una lámina de agua permanente en función del desarrollo del arroz. Para la realización del bioensayo en el invernáculo, se muestrearon simultáneamente las parcelas del testigo y aquellas a las que se les habían aplicado la dosis más baja de KIFIX®. Los muestreos fueron a los 0, 14, 30, 60, 90, 120, 180, 300 y 730 días después de la aspersión de los tratamientos. Se tomaron seis submuestras de 2,5 cm de diámetro por 10 cm de longitud por parcela a dos profundidades: 0-10 y 10-20 cm. Se secaron en estufa por debajo de 38°C con remoción del aire, congelándose a -25°C en un freezer para su almacenamiento. Con las seis submuestras por parcela, se realizó una muestra compuesta y se molió, distribuyendo el suelo obtenido en cuatro cubitos de 6,5 x 6,5 cm de lado por 5,5 cm de altura. Se sembraron 2 semillas de SF cv. ACA 764 por cubito, dejándose una plántula a los 5 días de la siembra. Se les suministró riego por la base de los cubitos y con 3 hojas se le agregó nitrógeno a razón de 46 kg/ha de urea. Se cultivó el SF hasta las cuatro semanas después de la siembra (4SDS) para las muestras tomadas a los 0-10 cm y hasta 5SDS para aquellas correspondientes a los 10-20 cm de profundidad. Se midieron la altura de cada planta desde el suelo hasta la punta de la hoja más larga y el peso fresco cortando al ras del suelo. Los tratamientos se dispusieron en bloques al azar con seis repeticiones. El análisis estadístico se realizó para cada uno de los muestreos usando los datos de los dos años de evaluación por profundidad de muestreo para cada sitio.

¹ M.Sc., INIA Programa Arroz. nsaldain@tyt.inia.org.uy

² Idóneo Agrop., Contrato a término finalizado

³ Téc. Agrop., INIA Programa Arroz

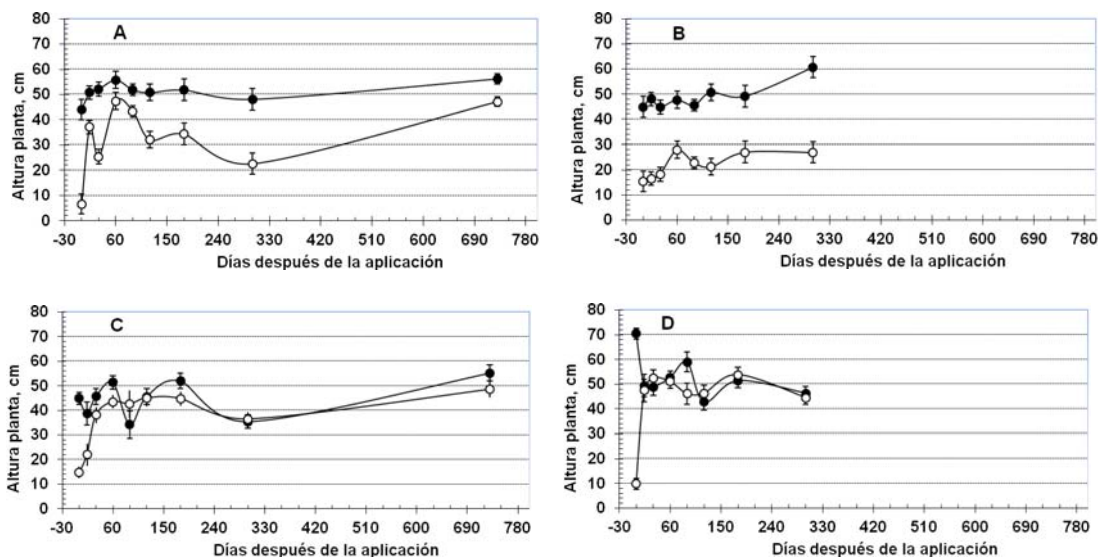


Figura 1. Altura de la planta del sorgo forrajero (cm) a las 4SDS de los tratamientos 0 (●) y 210 (○) g/ha de KIFIX® correspondiente a los muestreos estudiados a la profundidad de 0-10 cm en función del sitio y del año de recolección. A: Río Branco 2008-2009; B: Río Branco 2009-2010; C: UEPL 2008-2009; D: UEPL 2009-2010. Villa Sara, 2010. Los círculos representan la media ± error estándar (n=6), 4SDS=cuatro semanas después de la siembra.

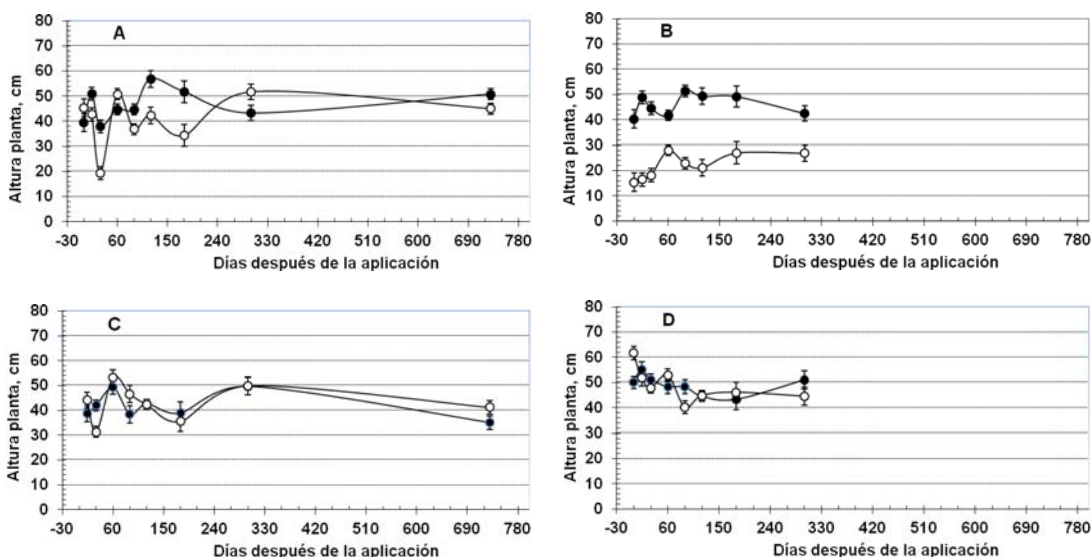


Figura 2. Altura de la planta del sorgo forrajero (cm) a las 5SDS de los tratamientos 0 (●) y 210 (○) g/ha de KIFIX® correspondiente a los muestreos estudiados a la profundidad de 10-20 cm en función del sitio y año de recolección. A: Río Branco 2008-2009; B: Río Branco 2009-2010; C: UEPL 2008-2009; D: UEPL 2009-2010. Villa Sara, 2010. Los círculos representan la media ± error estándar (n=6), 5SDS=cinco semanas después de la siembra.

3. RESULTADOS

El análisis estadístico detectó interacción entre los tratamientos y el año de recolección de las muestras de suelo para la mayoría de los muestreos en las variables estudiadas. Al mostrar menor variabilidad, se presentan los resultados obtenidos de altura de la planta de SF para las profundidades de 0-10 cm (Figura 1) y de 10-20 cm (Figura 2) por año para cada sitio. Para la profundidad de 0-10 cm en Río Branco con un suelo franco arenoso (47% y 48% de arena en 2008-2009 y 2009-2010; respectivamente), cuando se usó el suelo con KIFIX® comparado con el testigo se observó que el crecimiento del SF fue significativamente inferior en todos los momentos de muestreos según la prueba de Fischer ($P \leq 0,05$)

independientemente del año considerado. A los 300 DDA, la diferencia entre los tratamientos en el año 2009-2010 es mayor que en el año 2008-2009 (33,8 vs 25,5 cm). Sin embargo en la UEPL con un suelo franco limoso (46% de limo en los dos años), no se detectó una reducción significativa del crecimiento después de los 14 DDA para el año 2008-2009, mientras que solamente se observó a los 0 y 90 DDA para el año 2009-2010. Para la profundidad de 10-20 cm en Río Branco, el suelo contenía de 50 y 45% de arena en el año 2008-2009 y 2009-2010; respectivamente. Se detectaron significativamente reducciones en el crecimiento del SF en los momentos de muestreo a los 14, 30 y desde los 90 hasta los 180 DDA para el año 2008-2009, mientras que aquel fue afectado significativamente en todos los muestreos del año 2009-2010. En los suelos usados en la UEPL con 43% y 45% de limo para los años 2008-2009 y 2009-2010; respectivamente, se detectaron únicamente reducciones significativas en el crecimiento del SF a los 60 DDA para el año 2008-2009 y a los 90 DDA para el año 2009-2010. Los suelos con mayor contenido de arena y menor de materia orgánica dejarían más herbicida disponible en la solución del suelo, moviéndose por debajo de los 10 cm con la inundación del cultivo de arroz. La inhibición en el crecimiento del SF en ambos horizontes en Río Branco, aunque en menor medida en aquel a los 10-20 cm, sugiere el movimiento hacia abajo. Mientras en el suelo limoso con mayor contenido de materia orgánica de la UEPL, los herbicidas no estarían disponibles o se habrían degradado en mayor proporción. Lo observado concuerda con la determinación por medios analíticos de un perfil de acumulación de los residuos del imazetapir hacia la base en el horizonte superficial cuando el arroz Clearfield® se cultivó bajo siembra directa (Kraemer, 2009).

4. CONCLUSIONES

El uso del KIFIX® en el arroz Clearfield® tiende a dejar residuos que persisten con actividad biológica para las especies susceptibles, siendo mayor la disponibilidad en los suelos franco arenosos con menor contenido de materia orgánica y por lo tanto con mayor potencial de daño.

5. AGRADECIMIENTO

Se agradece al Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) la financiación parcial de las actividades presentadas en el informe.

6. BIBLIOGRAFÍA

ALISTER, C.; KOGAN, M. 2005. Efficacy of imidazolinonas herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover effect on rotational crops. *Crop Protection* 24:375-379.

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.

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

SHANER, D.; O'CONNOR, S.L. 2000. The imidazolinone herbicides. CRC Press. 289 p.

SENSEMAN, S.A. 2007. Herbicide Handbook, Ninth Edition. Weed Science Society of America. 458 p.

VAN ACKER, R.C. 2005. Soil Residual Herbicides: Science and Management. Topics in Canadian Weed Science Volume 3. Canadian Weed Science Society.

DISIPACIÓN DEL KIFIX[®] EN EL AGUA DE INUNDACIÓN DEL ARROZ CLEARFIELD[®]

E. Umpiérrez¹, V. Villagrán², A. López³, B. Sosa⁴, N. Saldain⁵

PALABRAS CLAVE: disipación en el agua, KIFIX[®], tipo de suelo

1. INTRODUCCIÓN

El advenimiento de la tecnología Clearfield[®] con el uso del herbicida KIFIX[®] (imazapir + imazapic, relación 3:1) permitió controlar selectivamente el arroz maleza (arroz rojo), especie congénere del arroz cultivado, junto a otras malezas de una manera sencilla y muy práctica. Tanto el imazapir como el imazapic y el imazetapir son disipados rápidamente en soluciones acuosas (agua destilada) por fotólisis debido a la acción de la radiación ultravioleta (UV), derivándolos en otros compuestos. La vida media en esas condiciones fue de 1,3 a 2,3 días; 3 a 4,5 horas y 57 horas para el imazapir, imazapic y el imazetapir; respectivamente. (Mallipudi, 1991; Mangels, 2000; Harir *et al.* 2007; Espy *et al.* 2011). En condiciones de campo, la vida media en el agua estará afectada por el pH, el contenido de carbono orgánico y la temperatura de la misma siendo la magnitud del efecto específico de cada compuesto. El imazapir aumentó su vida media en el agua en 1,8 días con la presencia de ácidos húmicos en una relación 1:1 (imazapir: ácidos húmicos) comparado con aquella en el agua destilada (9,8 días); mientras que el imazetapir necesitó más concentración de ácidos húmicos para alargar significativamente la vida media (Ramezani, 2007). La vida media del imazapic en medio acuoso se redujo de 3 h 30' a 2 h 5' con un aumento de la temperatura de 30 a 40°C (Espy, 2007). En general en estos herbicidas la tasa de disipación en el agua no cambia con el pH por encima 5, manteniéndose la vida media específica. Días más frescos que lo normal, menor intensidad de luz y mayor contenido de carbono orgánico natural en el agua tienden a prolongar la vida media en estos herbicidas (Espy, 2007). El objetivo de este trabajo fue determinar la evolución de los residuos del imazapir y del imazapic en el agua de irrigación del arroz Clearfield[®] después de inundación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Un experimento de secuencia de cultivos fue conducido de manera independiente en 2008-2009 y en 2009-2010. Los sitios fueron: Río Branco en un suelo Planosol Dístico Ócrico con textura franco a franco arenoso y en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL) en un suelo Solod Melánico Ócrico con textura franco a franco limoso. La secuencia consistió de arroz Clearfield[®] seguido de raigrás sembrado a la semana de la cosecha del arroz. En la primavera siguiente sobre los restos vegetales previamente desecados se sembró directamente una variedad de arroz no Clearfield[®]. Los tratamientos herbicidas usados en la secuencia fueron: un testigo con aspersión de herbicidas que no fueran imidazolinonas y los otros tratamientos fueron 210 y 420 g/ha de KIFIX[®] aplicados en postemergencia. Cinco días después de la aspersión, se inundaron las parcelas con una lámina permanente en función del desarrollo del arroz. Se tomaron muestras de agua de medio litro compuesta por varias alícuotas tomadas al azar por parcela de aquellas a las que se les habían aplicado la dosis más baja de KIFIX[®]. Los momentos de muestreo fueron a: 1, 3, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días después de la inundación (DDI) del arroz Clearfield[®]. En Río Branco en el año 2008-2009, ocurrió una lluvia superior a 100 mm lo que desbordó las parcelas, suspendiéndose el muestreo por la dilución ocurrida. Las muestras de agua recolectadas directamente en el campo se pusieron en frascos ámbar pre acondicionados con contratapa de teflón. Las muestras una vez en el laboratorio fueron acidificadas con ácido fosfórico, filtradas con filtros de nylon de 0.45 µm y los residuos de ambos herbicidas fueron obtenidos por extracción en fase sólida (SPE C18) para posteriormente ser analizadas por HPLCV-UV a longitud de onda de 254 nm. Cifras de mérito: LOD 1µg/L (Límite de Detección) y LOQ 10 µg/L (Límite de Cuantificación o Concentración) para imazapir e imazapic. La curva de calibración presentó un R² mayor a 0.9995 para la cuantificación de ambos herbicidas.

¹ Prof. Adj., Instituto Polo Tecnológico de Pando (IPTP), Facultad de Química. eleuterioumpierrez@gmail.com

² Asistente, Instituto Polo Tecnológico de Pando (IPTP), Facultad de Química

³ Idónea Agrop. Contrato a término finalizado

⁴ Téc. Agrop. INIA. Programa Arroz.

⁵ M.Sc. INIA. Programa Arroz

3. RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos por sitio para cada uno de los años estudiados en Río Branco (Cuadro 1) y en la UEPL (Cuadro 2). En Río Branco, no se detectó imazapir en el año 2008-2009, persistiendo hasta los 7 DDI para el año 2009-2010, mientras que se encontró imazapic a los 1 y 35 DDI para el año 2008-2009 y 2009-2010; respectivamente. En la UEPL, se disipó rápidamente el imazapir ya que se detectó únicamente 1 DDI en el año 2007-2008 mientras que la persistencia del imazapic fue de 42, 28 y 14 para los años 2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010; respectivamente. El imazapir se disipó más rápidamente en el agua de inundación sobre el suelo franco limoso de la UEPL que sobre el agua en el suelo franco a franco arenoso de Río Branco.

Cuadro 1. Evolución de la concentración ($\mu\text{g/L}$ o ppb) de los principios activos del KIFIX[®] en el agua de inundación del arroz Clearfield[®]. RB, 2008-2009 y 2009-2010.

Año DDI	2008-2009		2009-2010	
	imazapir	imazapic	imazapir	imazapic
1	nd	<10 ^(2/3)	<10	nd
3	nd	nd	<10	nd
7	nd	nd	<10 ^(2/3)	nd
14	nd	nd	nd	<10
21	nd	nd	nd	17,5 ^(1/3) y <10 ^(1/3)
28	nd	nd	nd	<10 ^(1/3)
35	-	-	nd	<10 ^(1/3)
42	-	-	nd	nd

RB=Río Branco, DDI= días después de la inundación, nd= no detectado, (1/3)= 1 de 3 muestras <10 $\mu\text{g/L}$, (2/3)=2 de 3 muestras <10 $\mu\text{g/L}$.

Cuadro 2. Evolución de la concentración ($\mu\text{g/L}$ o ppb) de los principios activos del KIFIX[®] en el agua de inundación del arroz Clearfield[®]. UEPL, 2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010.

Año DDI	2007-2008		2008-2009		2009-2010	
	imazapir	imazapic	imazapir	imazapic	imazapir	imazapic
1	<10	<10 ^(2/3)	nd	<10 ^(1/3)	nd	78,5
3	nd	nd	nd	nd	nd	56,3
7	nd	<10 ^(2/3)	nd	<10 ^(1/3)	nd	<10 ^(1/3)
14	nd	nd	nd	nd	nd	<10 ^(1/3)
21	nd	nd	nd	nd	nd	nd
28	nd	nd	nd	<10 ^(1/3)	nd	nd
35	nd	nd	nd	nd	nd	nd
42	nd	<10 ^(2/3)	nd	nd	nd	nd

UEPL=Unidad Experimental del Paso de la Laguna, DDI= días después de la inundación, nd=no detectado, (1/3)= 1 de 3 muestras <10 $\mu\text{g/L}$, (2/3)=2 de 3 muestras <10 $\mu\text{g/L}$.

En cambio el imazapic persistió más aunque fue más variable, mostrando una persistencia media de 24 ± 17 días siendo concordantes con aquellos de $23,5 \pm 11,2$ días (Zanella *et al.* 2011). El límite de cuantificación del equipamiento (LOQ en inglés) no nos permitió cuantificar concentraciones inferiores a 10 $\mu\text{g/L}$ por lo que no pudimos calcular la vida media. A los efectos ilustrativos en condiciones de campo en Santa María, RS, la vida media en el agua de inundación del arroz fue de $10,6 \pm 5,1$ y en $4,4 \pm 1,9$ días para el imazapic y para el imazetapir; respectivamente (Zanella *et al.* 2011).

4. CONCLUSIONES

De los principios activos del KIFIX[®], el imazapir fue menos persistente que el imazapic en el agua de inundación del arrozal en condiciones de campo.

5. AGRADECIMIENTO

Se agradece al Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) la financiación parcial de las actividades descriptas en el informe y a BASF Uruguay por el suministro de los estándares analíticos del imazapir y del imazapic.

6. BIBLIOGRAFÍA

ESPY, R.; PELTON, E.; OPSETH, A.; KASPRISIN J.; NIENOW, A.M. 2011. Photodegradation of the herbicide imazethapyr in aqueous solution: Effects of wavelength, pH, and natural organic matter (NOM) and analysis of photoproducts. *J. Agric. Food Chem.* 59:7277-7285

HARIR, M.; GASPAR, A.; FROMMBERGER, M.; LUCIO, M.; EI AZZOUZI M.; MARTENS, D.; KETTRUP, A.; SCHMITT-KOPPLIN, Ph. 2007. Photolysis pathway of imazapic in aqueous solution: ultrahigh resolution mass spectrometry analysis of intermediates. *J. Agri. Food Chem.* 55:9936-9943

MALLIPUDI, N.M.; STOUT, S.J.; DACUNHA, A.R.; LEE, A. 1991. Photolysis of imazapyr (AC 243997) herbicide in aqueous media. *J. Agric. Food Chem.* 39:412-417

MANGELS, G. 2000. Behavior of the imidazolinone herbicides in the aquatic environment. Chapter 15. pp 183-190 *in* Shaner DL, O'connor SL, eds. The imidazolinone herbicides. Boston: CRC Press

RAMEZANI, M. 2007. Environmental fate of imidazolinone herbicides and their enantiomers in soil and water. Ph.D dissertation. Adelaide, SA: University of Adelaide. 177 p

ZANELLA, R.; ADAIME, AM.B.; PEIXOTO, S.C.; FRIGGI, C.A.; PRESTES, O.D.; MACHADO, S.L.O.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.A.; PRIMEL, E.G.. 2011. Herbicides persistence in rice paddy water on southern Brazil. In: *Herbicides – Mechanisms and mode of action*, Mohammed Nagib Hasaneen Ed., ISBN:978-953-307-744-4, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/herbicides-mecahnisms-and-mode-of-action/herbicides-persistence-in-rice-paddy-water-in-souther-brazil>

MEJORAMIENTO GENÉTICO

CULTIVAR L-5903 EN VALIDACIÓN EN PREDIOS COMERCIALES

F. Pérez de Vida¹

PALABRAS CLAVE: rendimiento, adaptación, validación de líneas experimentales avanzadas

1. INTRODUCCIÓN

En la zafra 2013/14 se realizó el primer año de validación del cultivar L-5903 en pequeñas áreas comerciales en el marco del acuerdo INIA-Consortio de empresas semilleras. Los antecedentes de este novel cultivar se reportaron en esta publicación el año 2013 (Pérez de Vida). Se hizo uso del total de la semilla básica disponible (A. Pereira com.pers. 2013) distribuyéndose entre las empresas integrantes del acuerdo, entre las que se coordinó el manejo y seguimiento de áreas comerciales; un área de 10 ha se destinó como semillero para la continuación de su uso en validación en escala semi-comercial en la zafra venidera.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Cuadro 1. Detalle de áreas, localización y siembra del cultivar L5903 en etapa de validación y Unidad de Producción de Semillas INIA, 2013/14.

Localización	Coordenadas	Empresa	Área (ha)	Fecha de siembra	Tipo de siembra
7ma (baja) secc, Treinta y Tres	33°23'S 54°03'O	Agropecuaria del Este	10	9 de octubre	Retorno largo, Lab Verano, Preparación conv.
Paso de la Laguna, Treinta y Tres	33°16'S 54°10'O	Unidad Producción de Semillas, INIA	1,6	8 de octubre	Lab Verano, Roundup pre-siembra, siembra directa
Rincón, Treinta y Tres	32°47'S 53°50'O	Alex Chagas	10	4 de octubre	Rastrojo de soja, Roundup pre-siembra siembra directa.
Lascano, Rocha	33°34S 54°11O	G.Pino	5	5 de octubre	Rastrojo de Tacuari, Lab reducido.
5 Sauces, Tacuarembó	32°11'S 55°08'O	A.Sampallo	5,9	30 setiembre	Lab convencional, voleo, rastra, rolo

Como fuera recomendado (Pérez de Vida 2013), la siembra de este cultivar se realizó de modo temprano en la zafra, concentrándose en la primer década de octubre. Otras pautas de manejo se consideran en general similar a cultivares *Indica* actualmente en uso. Recientemente se están generando datos y experiencias en torno al manejo de nitrógeno (dosis/fraccionamientos, J.Castillo en esta publicación).

3. RESULTADOS

El rendimiento obtenido en las experiencias comerciales en bajas escalas fue muy positivo; la productividad alcanzada (9,25 a 12.8 t/ha) fue acorde a la esperable según los antecedentes experimentales. De acuerdo a lo reportado previamente (Pérez de Vida 2013), el rendimiento de este cultivar es similar en términos estadísticos a los obtenibles con El Paso 144 e INIA Olimar. En los resultados de esta zafra, L5903 supera puntualmente en algunos sitios a los cultivares utilizados en áreas comerciales contiguas (consideradas testigo a este propósito) (Cuadro 2). Se destaca la alta productividad obtenida en Tacuarembó y Lascano, Rocha donde L5903 supera a INIA Olimar y El Paso 144 en 1,75 y 2,0 t/ha, respectivamente. Su ciclo a floración resulta similar al de El Paso 144, contabilizándose 1 o 2 días más para llegar a 50% de floración; sin embargo observaciones de campo indican que su período de llenado de granos es de mayor duración respecto a aquel. Esto debería ser considerado para la definición del momento de retiro de agua. Los valores de % de Blanco Total y granos Enteros, son típicos del cultivar; algunos valores de % de granos yesados superan los esperables (por ej.

¹ Ph.D. INIA. Programa Arroz. fperez@inia.org.uy

en Tacuarembó) y podrían deberse a interacciones no bien determinadas en estos casos con las condiciones ambientales y/o manejo.

Cuadro 2. Prácticas de manejo relevantes en el cultivo de L5903 en aéreas comerciales, rendimiento y parámetros de calidad molinera.

Localización	Densidad de siembra (kg/ha)	Fert basal	Coberturas Nitrógeno	Herbicidas	Floración (fungicida)	Rend. (Bolsas /ha)	Bt. %	Ent. %	Yes. %	Testigo Rend. (Bolsas /ha)
7ma (baja) secc, Treinta y Tres	110	200* Fosforita anticipada	46 mac	Prop. 2,5lt Quincl.2lt Clomaz. 0,8lt Cyperex50g	22 enero (50%) Stigmar Xtra+ Pial	187 SL	70,7	61,1	5,0	EP144 190
Paso de la Laguna, Treinta y Tres	105	14 N, 37 P2O5	27,6 mac+ 23 prim	Quincl 1,5lt Clomaz 0,8lt Cyperex200 Nat Oleo 0,5lt	20 enero (50%) Nativo 0.8lt Optimizer 0,5lt	180 SL	72,0	63,9	6,6	Olimar (3ha) 181
Rincón, Treinta y Tres	110	180	Mac + prim	Clomazone 0,8lt		185	72,3	68,7	0,6	Arrayan 190
Lascano, Rocha	186**	22 N 55 P2O5	27,6 mac+ 25,3 prim	Quincl 1,5lt Clomaz 0,7lt GrunOil 0,25lt	16 enero (5%) Stigmar Xtra + Pial	235,8 SSL (11792 kg/ha)	72,1	68,0	8,8	Parao (21has) 178 EP144 (77ha) 195
Tacuarembó	190**	9 N 45 P2O5 45 K	60 kg verde urea mac + 23 N Prim	1)Glif 2,5l+ Clomaz0,8l 2)Ricer180cc + Clincher 1,2 lt/ha	20 enero (5%) Nativo 800 gr + BIM 300gr	225,3 SSL (11265 kg/ha)	70,8	63,0	11,7	Olimar (19ha) 190

**semilla curada; *=kg/ha, LV: laboreo de verano.

El uso de Clomazone en dosis de 0,8 lt/ha ocasionó daños por fitotoxicidad en este cultivar en Rincón, Treinta y Tres, asociado a zonas de sobreposición de la aplicación. Similar reacción fue apreciada en ensayos experimentales por parte de N.Saldain (com.pers, 2013), quien destaca la ventaja del uso de antídoto dithiolate (nombre comercial Riceprotex, insecticida de uso como curasemillas) para proteger el cultivo. En otros suelos y manejos y ante dosis similares de este herbicida, el nivel de daño fue de muy baja cuantía.

Como se ha informado, L5903 se destaca en relación a las variedades de uso más extendido por su alta resistencia (HR) a *Pyricularia* en hojas y cuello (Pérez de Vida, 2013; S.Martínez com.pers. 2014). En las áreas descritas se realizaron aplicaciones de fungicidas según se indica en el cuadro 2; estas prácticas estuvieron definidas por una estrategia general de control de enfermedades de las chacras, no siendo práctico realizar un manejo diferencial para L5903. Se considera que este novel cultivar permitirá la realización de manejos de la sanidad del cultivo con menor dependencia de la aplicación de fungicidas.

4. CONCLUSIONES

El cultivar L5903 presentó un comportamiento productivo y molinero muy adecuado, con alta productividad en el rango de ambientes evaluados. Su resistencia a *Pyricularia* (HR) no fue un diferencial de destaque frente a los cultivares testigos en un contexto de baja prevalencia de la enfermedad en los campos comerciales involucrados. En la siguiente zafra este cultivar deberá explorar más extensamente el área de cultivo de modo de determinar con mayor certeza su adecuación a los sistemas arroceros.

5. BIBLIOGRAFÍA

PÉREZ DE VIDA, F. 2013. Evaluación de Cultivares Índica. Actividades de Difusión 713. INIA Treinta y Tres.

PÉREZ DE VIDA F. 2013. L5903. Actividades de Difusión 713. INIA Treinta y Tres.

EVALUACIÓN DE CULTIVARES PROMISORIOS EN ENSAYOS DE FAJAS

F. Pérez de Vida¹, G. Carracelas²

PALABRAS CLAVE: rendimiento, adaptación, germoplasma elite.

1. INTRODUCCIÓN

Se evaluaron cinco cultivares promisorios conformando una red de ensayos en **macro parcelas** en seis localidades (4 en el Este y 2 en Centro-Norte y Norte del país). La evaluación de líneas experimentales (LEs) por parte del Programa de Mejoramiento Genético de Arroz (PMGA) de INIA se realiza en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL) en los primeros años de avance del material (generaciones F7, F8 y F9). Este 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 esta modalidad. Tres sitios fueron campos experimentales de INIA (UEPL, Paso Farías (UEPF) y 5 Sauces (UE5S)) y los restantes se instalaron en campos comerciales, siendo el manejo conducido por los productores, exceptuando la siembra y cosecha.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron macro parcelas (100 m² aprox.) con tres repeticiones en diseño de bloques completos al azar. El manejo varió según la localidad y preferencia de los productores en los casos correspondientes. Las siembras se realizaron con una sembradora experimental Semeato de siembra directa. La cosecha de parcelas se realizó manualmente en Rincón (9m²) y UEPF (5m²) y con combinadas Wintersteiger (7ma y UEPL, 15m²) y Fotón (Río Branco, 28m²).

Cuadro 1. Detalle de sitios y prácticas culturales en ensayos de fajas en 2013/2014

Localización	Coordenadas	Empresa	Fecha de siembra	Tipo de siembra	Fert basal	Coberturas Nitrógeno
7ma (baja) secc, Treinta y Tres	33°23'S 54°03'O	Agropecuaria del Este	8 de octubre	Retorno largo, Preparación convencional, LV	42* Fosforita anticipada	46 mac + 32 prim
Paso de la Laguna, Treinta y Tres	33°16'S 54°10'O	UEPL, INIA	3 de octubre	Lab Verano, Roundup pre-siembra + directa	18 N, 46 P ₂ O ₅ , 100 KCl	46 mac + 46 prim
Rincon, Treinta y Tres	32°47'S 53°50'O	Alex Chagas	4 de octubre	Rast soja, siembra directa.	180	Mac + prim
Río Branco, Cerro Largo	32°41'S 53°22'O	Casarone	18 de octubre	LV, siembra directa.	52 Fosforita antic.+ 100 Kcl	50 mac + 32 prim
5 Sauces, Tacuarembó	32°11'S 55°08'O	UEP5S, INIA	2 de octubre	Retorno largo, LV, siembra directa	16 N, 41 P ₂ O ₅ , 90 KCl, 60 Zn	23 mac + 23 prim
Paso Farías, Artigas	30°29'S 57°07'O	UEPF, INIA	25 de setiembre	LV, siembra directa	16 N, 41 P ₂ O ₅ , 60 KCl	23 mac + 23 prim

*=kg/ha, LV: laboreo de verano.

Cultivares: se incluyeron las LEs promisorias **L5903**, **SLI09-195**, **SLI09-197** (con reacción HR (0-1) a *Pyricularia*) y **SLI09-045**, junto con los cultivares comerciales El Paso 144, INIA Olimar e INIA Parao. Se utilizó una densidad equivalente a 150 kg/ha de semillas (corregidos por germinación), excepto en SLI09-045 que fue de 100 kg/ha. El ensayo en 5 Sauces, Tacuarembó presentó muy alta incidencia de “espiga erecta” por lo cual sus resultados no son presentados.

3. RESULTADOS

Los noveles cultivares **L5903**, **SLI09-195** y **SLI09-197** presentaron altos rendimientos en los distintos ambientes evaluados. La productividad se maximizó en la localización “7ma baja” en Treinta y Tres, con una media superior a 15 t/ha, sitio en que **L5903** alcanzó más de 16 t/ha. En UEPL, el máximo rendimiento se obtuvo con **SLI09-197** con 14,6 t/ha (datos no mostrados). En el promedio de los sitios en

¹ Ph.D. INIA. Programa Arroz. fperez@inia.org.uy

² M.Sc. INIA. Programa Arroz. gcarracelas@inia.org.uy

la región Este, dicho cultivar alcanzó la mayor productividad, sin diferir estadísticamente de **SLI09-195, L5903 y El Paso 144**. INIA Olimar fue el cultivar de menor productividad en esta serie de ensayos, así como la LE SLI09-045, derivada de aquella. En la zona norte (UEPF) el rendimiento siguió igual tendencia, destacándose las LEs mencionadas con productividades entre 12,5-12,2 t/ha, superando significativamente en 1 t/ha a INIA Olimar. Los componentes del rendimiento destacan la baja incidencia de esterilidad en granos, aún en condiciones de relativa baja radiación incidente durante llenado de granos; la ocurrencia de bajas temperaturas durante el período prefloración fue de muy baja magnitud (R. Méndez 2014).

El rendimiento SSL presentó gran similitud en el material promisorio, -en torno a las 13 t/ha, promedio de los sitios en región Este-. Se obtuvieron valores destacados en % de blanco total y % de granos enteros. El porcentaje de granos yesados estuvo acorde a los antecedentes de estos cultivares, con valores bajos e intermedio-bajos, similares a los obtenidos por los testigos. En particular como se destacara en Pérez de Vida 2013, **L5903** típicamente presenta altos valores de %BT y %Ent (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento y sus componentes, producción "Sano, Seco y Limpio" (SSL) y parámetros de calidad molinera en el subtipo *Indica*: cultivares promisorios resistentes a *Pyricularia* y cultivares comerciales en sitios de la región Este.

Cultivar	Rend (t/ha)	pan/m2	grtot/pan	grllen/pan	Ester. (%)	P1000 gr	SSL (t/ha)	BT (%)	Ent (%)	Yes (%)	L/A	Largo	Ancho
SLI09197	12,7	755	92	82	10,4	27,9	13.1	70,3	65,6	4,8	3,13	6,75	2,16
SLI09195	12,5	690	106	92	11,9	27,8	12.9	70,0	65,1	4,7	3,22	6,82	2,12
L5903	12,4	625	100	90	10,0	26,6	13.0	71,5	66,8	2,4	3,15	6,69	2,12
El Paso 144	12,3	644	112	98	11,6	27,0	12.7	69,8	65,8	4,8	2,92	6,44	2,20
INIA Olimar	11,2	700	99	89	9,1	27,3	11.4	68,6	63,6	2,2	3,20	6,65	2,08
MDS (5%)	0,86	162	18	18	4,21	1.2	918	1,20	1,92	3,78	0,07	0,14	0,05
Localización													
7ma baja	15,6	722	107	92	14,0	27,4	16.1	69.7	64,9	4,08	3,13		2,13
Rio Branco	10,0	676	90	84	6,1	27,9	10.4	69.8	65,9	2,33	3,15		2,12
Rincon	9,0	676	93	82	11,1	27,0	9.45	70.6	66,4	2,70	3,14		2,12
UEPL	14,4	657	117	103	11,0	27,0	14.7	70.1	64,2	5,96	3,08		2,18
RSquare	0,98	0,53	0,69	0,62	0,73	0,71	0,98	0,81	0,80	0,61	0,93	0,84	0,87
RSquare Adj	0,96	0,13	0,43	0,31	0,50	0,54	0,96	0,66	0,63	0,29	0,88	0,71	0,76
Root MSq Error	521	97,65	11,05	10,65	2,53	0,55	552	0,72	1,15	2,27	0,04	0,09	0,03
Mean	12,1	675	100	89	10,7	27,45	12.4	69,8	64,9	3,9	3,1	6,64	2,14
Observations	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Coef de Variac.	4,32	14,48	11,03	12,01	23,7	1,99	4,44	1,04	1,77	58,39	1,38	1,29	1,30
Model	<,0001	0,217	0,0045	0,0332	0,001	<,0001	<,001	<,0001	<,0001	0,0449	<,0001	<,0001	<,0001
Cultivar	<,0001	0,0233	0,0017	0,0138	0,053	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,0077	<,0001	<,0001	<,0001
bloque[Localid.]	0,0029	0,6853	0,2109	0,5299	0,418	0,3246	0,005	0,267	0,012	0,9878	0,182	0,264	0,781
Localid.	<,0001	0,758	0,0014	0,0164	0,000	0,0001	<,000	0,179	0,025	0,0678	0,072	0,469	0,003
Localid.*Cultivar	0,012	0,6647	0,7795	0,4814	0,010	0,4145	0,003	0,080	0,000	0,1117	0,008	0,180	0,028

Los mayores rendimientos se obtuvieron en la región central del Este ("7ma" y UEPL), con una media de 14,5 t/ha. La productividad de L5903, SLI09-195, SLI09-197 fue similar a la de El Paso 144 en "7ma secc", con más de 15 t/ha (Figura 1)

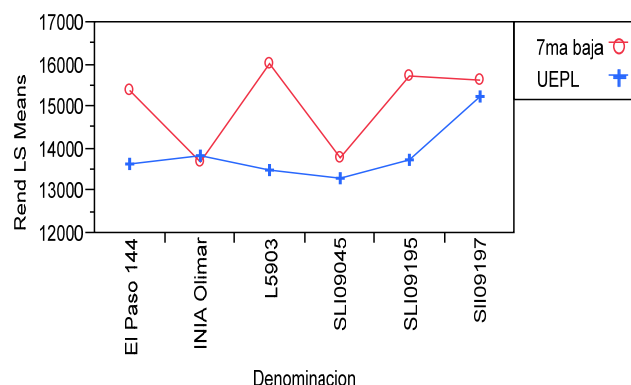


Figura 1. Rendimiento en ensayos en fajas en zona central de Región Este, 2013/2014

En UEPL el potencial obtenido es significativamente inferior (-1.2 t/ha), debido a una menor implantación (siembra directa), incidencia de fitotoxicidad de Clomazone y "espiga erecta". En ese contexto se destaca SLI09-197 que mantiene una alta productividad. INIA Olimar y SLI09-045 presentan rendimientos similares en ambos sitios experimentales (figura 1). En el norte de la cuenca de la Laguna Merín (Rincón y Río Branco) los rendimientos resultaron menores a los anteriores, aún con muy buen potencial (Río Branco 9,8 t/ha y Rincón 9,0 t/ha). En estos ensayos se destacaron los noveles cultivares L5903, SLI09-195, y SLI09-197 junto a El Paso 144 con productividades en el rango de 9,7-10,0 t/ha (Figura 2).

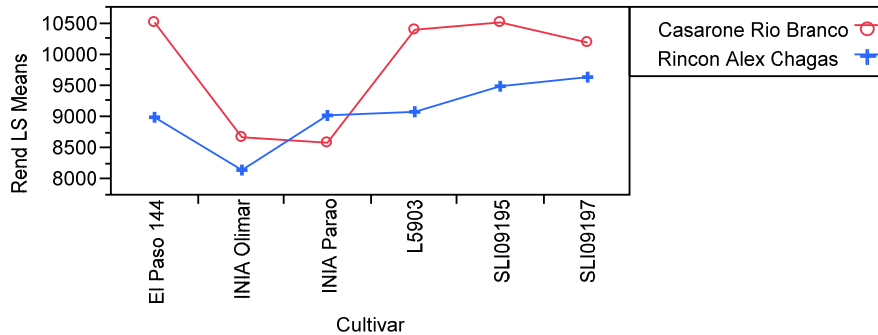


Figura 2. Rendimientos en ensayos en fajas en zona norte de Región Este 2013/2014

En los sitios establecidos en la región Este se utilizaron distintas mezclas de herbicidas, incluyendo Clomazone hasta 0,8 lt/ha en todos los casos. En algunos suelos se apreció fitotoxicidad variable según los materiales genéticos; en UEPL el cultivar más afectado resultó SLI09-195 y en menor medida L5903. En Rincón en cambio, L5903 fue el cultivar que presentó mayor susceptibilidad, en un contexto de amplia incidencia en áreas afectadas por el solapamiento de la aplicación terrestre. **SLI09-197** presentó mayor tolerancia, similar a los testigos. Similares dosis en Río Branco (suelo liviano) y "7ma secc." (suelo pesado) no ocasionaron daños en los cultivares evaluados.

4. CONCLUSIONES

El potencial productivo de LEs promisorias *Indicas* evaluadas en macroparcels durante la zafra 2013/14 ha resultado muy alto, similar al de El Paso 144 en cuatro experimentos regionales en el Este y superando a INIA Olimar, también en la localización de UEPF. La calidad molinera de los nuevos cultivares fue muy adecuada a los estándares manejados en el sector. Es de destacar que en las condiciones de estos ensayos no se realizaron aplicaciones de fungicidas en los ubicados en las UEs, mientras que en los sembrados en áreas comerciales recibieron al menos una aplicación preventiva, no habiendo incidencia de *Pyricularia* en ninguno de los casos. Estos noveles materiales se caracterizan por su reacción altamente resistentes (HR) en evaluaciones realizadas en camas de infección (S.Martínez com. pers.), lo cual no significó una ventaja dadas las condiciones de baja incidencia del patógeno.

El cultivar L5903 se encuentra en etapa de validación en pequeñas áreas comerciales (zafra 2013/14 y 2014/15); de acuerdo a los resultados disponibles se dispondrá el avance a validación del cultivar SLI09-197.

5. BIBLIOGRAFÍA

- MÉNDEZ R.** 2014. Datos Climáticos de la Estación Meteorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna. Boletín periódico.
- PÉREZ DE VIDA.** 2013. Evaluación de Cultivares Indica. Actividades de Difusión 713. INIA T. y Tres.
- PÉREZ DE VIDA F., MOLINA F., BLANCO P., MARCHESI C., CARRACELAS G.** 2012. Evaluación Final de Cultivares. Actividades de Difusión 686. INIA Treinta y Tres.
- PÉREZ DE VIDA F.** 2012. Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Índica*. Actividades de Difusión 686. INIA Treinta y Tres.

EVALUACIÓN FINAL DE CULTIVARES *ÍNDICA*

F. Pérez de Vida¹, P. Blanco², G. Carracelas³

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

1. INTRODUCCIÓN

La 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. Para este propósito se sembraron ensayos en Paso Farías (Artigas), 5 Sauces (Tacuarembó) y dos fechas de siembra en Paso de la Laguna (Treinta y Tres).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En UEPL se realizaron 2 ensayos de "Evaluación Final" (EvFinal) contiguos con fechas de siembra 5 de octubre y 8 noviembre de 2013, con 4 repeticiones en diseño de bloques completos al azar. En cada ensayo se incluyeron 11 cultivares *Índica*. Asimismo, se sembraron en ensayos "Evaluación Final" en UEPF y UE5S. Estos cultivares fueron sembrados también en UEPL integrando otros ensayos ("semi4.1", "semi4.2" y "semi4.3", 4 repeticiones en c/u) y en UEPF como "semi4.1" y "semi4.2" (3 repeticiones en c/u). Los cultivares El Paso 144 e INIA Olimar fueron testigos comunes en todos los ensayos analizados, mientras que INIA Tacuarí, INIA Parao y cuatro cultivares híbridos lo fueron solo en ensayos EvFinal.

Cuadro 1. Detalles de localización y manejo de ensayos de Evaluación Final 2013/14.

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 8/11	Lab Verano, Glifosato pre-siembra + Lab Mínimo	18* N,46 P ₂ O ₅ , 100 KCl	46 mac+ 46 prim	Clomaz. 0,8lt Pirazulfuron 60g
5 Sauces, Tacuarembó (UE5S)	32°11'S 55°08'O	1 /10	Lab Verano, Glifosato pre-siembra + Lab secundario	16 N, 41 P ₂ O ₅ , 110 KCl, 30 ZnSO ₄	23 mac+23 prim	Clomaz. 0,9lt+ glifosato4lt Clincher 2lt
Paso Farías, Artigas (UEPF)	30°29'S 57°07'O	8 /10	Lab Verano, Glifosato pre-siembra + Lab Mínimo	16 N, 41 P ₂ O ₅ , 60 KCl, 30 ZnSO ₄	23 mac+23 prim	1)Clom 0,9+ glifosato 2)Propanil 3,5+Clomaz. 0,45 3)Ricer 0,16

*kg/ha de nutriente.

En los ensayos "EvFinal" en UEPL se dieron condiciones para la aparición de "Espiga Erecta", que afectó significativamente la productividad de algunos cultivares y generó alta variación en los resultados. Es así que se optó por incluir resultados de ensayos ("semis e4") adyacentes, de igual fecha de siembra y menos afectados por esta enfermedad fisiológica. De igual modo, en UEPF se sigue similar estrategia de análisis, se adiciona para el análisis multi-ambiente los ensayos de evaluación avanzada ("semis e4") junto al experimento "EvFinal". De este modo el análisis se basa en resultados de 5 ensayos en UEPL, 3 en UEPF y uno en UE5S.

3. RESULTADOS

Los rendimientos variaron significativamente entre los tres ambientes (Cuadro 2). Los problemas comentados de "Espiga Erecta" y fitotoxicidad por Clomazone (Pérez de Vida, en esta publicación) afectaron las parcelas de varios cultivares en UEPL, registrándose en general menores rendimientos a los otros sitios.

Cuadro 2. Rendimiento "Sano, Seco y Limpio" (SSL) según análisis conjunto en **zafra 2013/14**, UEPL de cultivares del subtipo *Índica* avanzados y testigos (El Paso 144 e INIA Olimar).

Localización	Rendimiento (t/ha)*	Ensayos UEPL	Rendimiento (t/ha)*
UE5S	8,89 a	Evalfinal Ep1	7,42 c
UEPF	8,72 a	Evalfinal Ep2	7,25 c
UEPL	8,05 b	semi4.1	8,99 a
		semi4.2	8,80 b
		semi4.3	7,72 c

*= media ajustada por minimos cuadrados

¹ Ph.D. INIA. Programa Arroz. fperez@inia.org.uy

² M.Sc. INIA. Programa Arroz. pblanco@inia.org.uy

³ M.Sc. INIA. Programa Arroz. gcarracelas@inia.org.uy

La inclusión de ensayos "semi4.1" y "semi4.2", permite evaluar el potencial de los cultivares en UEPL en condiciones menos limitantes, y con un número mayor de repeticiones (n=8). Los problemas fueron más evidentes en el ensayo Ep1, de modo que su rendimiento es similar a Ep2, a pesar de su fecha de siembra más tardía (Cuadro 2). Cultivares como El Paso 144 y L5903 decayeron marcadamente su productividad debido a esas causas (Cuadro 4).

Cuadro 3. Rendimiento (kg/ha) según análisis conjunto en 3 localidades (**Paso de la Laguna, 5 Sauces y Paso Farías**) en la zafra 2013/14 de cultivares del subtipo *Indica* avanzados y testigos (El Paso 144, INIA Olimar, INIA Parao, INIA Tacuarí e híbridos).

Cultivar	Rendimiento *	vrOlimar**	Pyri Hoja	Pyri Panícula		
Inov CL	9470	103	4	7	RSquare	0,559
CT23020H	9469	103	6	9	RSquare Adj	0,497
INIA Olimar	9151	100	7	9	Root Mean Square Error	1201
INIA Parao	9089	99	2	5	Mean of Response	7903
SLF-10-423	9000	98	7	9	Observaciones (n)	361
SLI-09-190	8963	98	0-1	0		CV% 15,2
L5903	8881	97	0-1	0		
SLI-09-197	8864	97	0-1	0	Análisis de Varianza	
SLI-09-164	8807	96	7	9	F.de V.	Prob > F
SLI-09-195	8747	96	0-1	0	Modelo	<,0001
SLI-09-193	8681	95	0-1	0	Efectos	
El Paso 144	8594	94	8	9	F. de V.	Prob > F
SLI-09-165	8407	92	6	9	Cultivar	<,0001
SLF-10-421	8148	89	7	9	Bloque[ensayo]	<,0001
SLI-09-043	8065	88	0-1	3	ensayo [localidad]	0,0002
CT23057H	7963	87	0	-	localidad	0,006
SLI-09-045	7909	86	8	9		MDS (5%) 1671
CT23034H	7356	80	0	7	valor signif > Olimar	10822
INIA Tacuarí	7016	77	2	7	valor signif < Olimar	7480

*=media ajustada por mínimos cuadrados; ** valor relativo a INIA Olimar.

Los máximos rendimientos obtenidos en estos cultivares fueron inferiores a los registrados en años anteriores, reflejando limitantes ambientales de la zafra. Los cultivares incluidos como testigos de alto potencial (Inov CL, INIA Olimar, INIA Parao) se ubican en el grupo más productivo (Cuadro 3 y Fig. 1 a).

Cuadro 4. Rendimiento según localidad y ensayo en 2013/14 de cultivares del subtipo *Indica* avanzados y testigos (El Paso 144, INIA Olimar, INIA Parao, INIA Tacuarí y cultivares híbridos).

Rendimiento (t/ha)**	UEPL época 1	UEPL época 2	UEPL semis e4	UE55 EvalFinal	UEPF EvalFinal	UEPF semis e4	Media
Inov CL	8,00	8,62		9,47	9,66		9,47
CT23020H		8,94		8,83			9,47
INIA Olimar	7,95	7,49	8,82	9,66	9,49	8,58	9,15
INIA Parao	8,99	9,37		8,48	6,00		9,09
SLF-10-423	7,09	6,76	9,16	9,76	10,78	8,86	9,00
SLI-09-190	8,70	8,47	7,96	8,08	9,42	7,33	8,96
L5903	6,29	5,85		9,11	9,34		8,88
SLI-09-197	7,44	7,88	9,42	8,56	8,25	10,34	8,86
SLI-09-164	6,89	6,78	9,80	9,47	8,75	9,43	8,81
SLI-09-195	7,66	7,79	8,55	8,61	8,98	8,40	8,75
SLI-09-193	7,95	7,97	8,18	8,58	8,42	8,56	8,68
El Paso 144	6,60	7,29	8,35	8,94	9,65	8,85	8,59
SLI-09-165	6,83	7,19	8,94	9,53	9,30	9,26	8,41
SLF-10-421	7,05	6,47	8,06	8,57	8,68	8,17	8,15
SLI-09-043	7,09	5,75	7,78	9,03	7,32		8,06
CT23057H		6,26		8,89			7,96
SLI-09-045	6,73	6,64	6,91	8,70	8,85	5,53	7,91
CT23034H		4,94		9,24			7,36
INIA Tacuarí	7,13	7,67		7,15	5,63		7,02
Media	6,54	6,89	8,45	8,79	8,98	8,44	7,90
MDS (5%)	1,94	2,02	1,50	1,17	1,15	1,45	
RSquare	0,373	0,562	0,418	0,402	0,763	0,771	
RSquare Adj	0,276	0,391	0,240	0,103	0,673	0,541	
Root Mean Sq Error	1,39	1,43	1,07	0,82	0,81	0,96	
CV%	21,2	20,7	12,6	9,3	9,0	11,4	
	Analysis of Variance (Prob>F)						
Model	<,0001	0,0002	0,0036	0,2083	<,0001	0,0124	
Cultivar	0,0027	0,0032	0,0011	0,2243	<,0001	0,0046	
Bloque	<,0001	0,0003	0,2262	0,2073	0,0392	0,3894	
Ensayo			0,1766			0,2105	

** valores ajustados por mínimos cuadrados

En este grupo más productivo se integran también las nuevas LEs con resistencia HR a *Pyricularia* (hoja y cuello) L5903, SLI09-190, SLI09-193, SLI09-195 y SLI09-197. Cultivares con susceptibilidad (HS) a *Pyricularia*, (similar a El Paso 144 e INIA Olimar) como SLF10-423, SLF10-421, SLI09-164 obtienen altos rendimientos acordes con sus antecedentes, pero sin lograr destaque sobre aquellos. En el promedio de todos los ambientes, los cultivares híbridos incluidos en la evaluación no muestran una ventaja significativa respecto a 8 nuevos cultivares obtenidas por autofecundación, ni respecto a los testigos INIA Olimar, INIA Parao o El Paso 144.

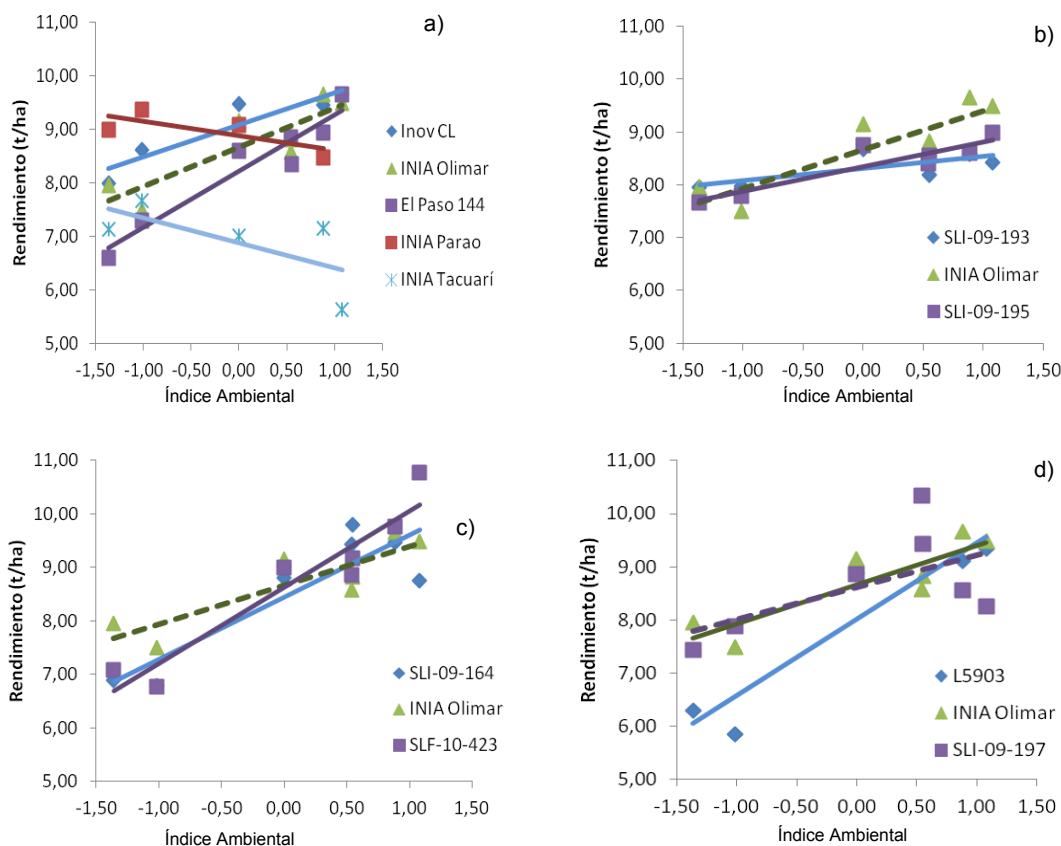


Figura 1. Análisis de estabilidad en cultivares *Índica* y testigos según Índice Ambiental.

En la figura 1, SLI09-197 presenta estabilidad similar a INIA Olimar (d), mientras que SLI09-195 y SLI09-193 (b) no capitalizaron los mejores ambientes; de modo opuesto lo hacen SLI09-164 y SLF10-423 (c) y L5903 (d) que alcanzan rendimientos superiores en los ambientes de mayores recursos (radiación, temperatura). Cultivares *Japónica* tropical (Tacuarí y Parao) presentan una tendencia opuesta, los mayores rendimientos fueron obtenidos en el ambiente menos productivo (UEPL).

4. CONCLUSIONES

Los cultivares *Índica* evaluados en esta etapa expresaron un potencial productivo cercano al de INIA Olimar e InovCL, y con variaciones en su adaptabilidad a través de los ambientes. SLI09-197, suma a su reacción HR frente a *Pyricularia* rendimientos altos y estables. L5903, de similar performance que la anterior, decayó su rendimiento afectado por Espiga Erecta y fitotoxicidad por Clomazone en ensayos de la región Este (UEPL). La productividad media de estos cultivares fue 3% inferior a INIA Olimar, concordante con resultados anteriores en que se reporta un potencial estadísticamente similar; estos cultivares sin embargo contribuyen con una sólida resistencia a *Pyricularia*.

5. BIBLIOGRAFÍA

PÉREZ DE VIDA F. 2011. Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Índica*. Actividades de Difusión 651. INIA Treinta y Tres.

PÉREZ DE VIDA F. 2012. Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Índica*. Actividades de Difusión 686. INIA Treinta y Tres.

EVALUACIÓN AVANZADA DE CULTIVARES *ÍNDICA* de origen FLAR

F. Pérez de Vida¹.

PALABRAS CLAVE: rendimiento, calidad molinera, germoplasma elite

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de líneas experimentales (LEs) por parte del Programa de Mejoramiento Genético de Arroz (PMGA) de INIA se realiza en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL) en los primeros años de avance del material (generaciones F7, F8 y F9). Este se conduce mediante ensayos de campo con 2 o 3 repeticiones durante al menos 3 años (estadios 1, 2, y 3). Los cultivares de este grupo, evaluados por tercer año (generación F9), son de origen FLAR ingresados al país en la zafra 2007/08 en generación F3, siendo sometidos a selección hasta generación F6 (zafra 2010/11).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En UEPL se realizaron 4 ensayos contiguos y contemporáneos con 3 repeticiones en diseño de bloques completos al azar. En cada ensayo se incluyeron 30 cultivares y dos testigos comunes, los cultivares El Paso 144 e INIA Olimar. Las parcelas utilizadas fueron de 6 surcos a 0,20m y de 3,5 m de largo. El área de cosecha, utilizándose los 4 surcos centrales, es de 2,4m². La siembra se realiza con una sembradora experimental Hege 90. En esta zafra, los genotipos en ensayos e3.1 y e3.2 fueron evaluados por tercer año en ensayos parcelarios con repeticiones, mientras aquellos en los ensayos e2.1 y e2.2 han sido evaluados en dos años en esa modalidad y en vivero (1 repetición) en su primer año.

Cuadro 1. Detalles de prácticas de manejo en ensayos de E3 y E2 en Paso de la Laguna 2013/14.

Localización	Fecha de siembra	Tipo de siembra	Fertilización basal	Coberturas Nitrógeno	Herbicidas (lt/ha)
Paso de la Laguna, Treinta y Tres (UEPL)	17 de octubre	Retorno pradera Lab Verano, Roundup 30d pre-siembra + Lab Mínimo	18* N, 46 P2O5, 100 KCl	46 mac+ 46 prim	Clomaz. 0,8 Quinclorac 1.5 Propanil 3.5 Cypex 60g

*kg/ha de nutriente.

En 2013/14 se realizó un análisis conjunto de los cuatro experimentos con ajuste espacial (y=cultivar+filas(ensayo)+columnas(ensayo)+ensayo) para corregir por las variaciones que se presentaron en el terreno. Posteriormente, se presenta un análisis histórico incluyendo los tres años de datos disponibles para este grupo de cultivares.

3. RESULTADOS

En estos ensayos de siembra realizada el 17 de octubre, la emergencia se registró el 30/10. Al igual que en otros experimentos se apreció fitotoxicidad por uso de Clomazone a 0,8lt/ha. En función de las condiciones de aplicación (deriva), este daño resultó espacialmente variable dificultando su relacionamiento a la susceptibilidad/tolerancia de los genotipos. La metodología de análisis estadístico utilizada permite reducir la incidencia de dicha fuente de variación. En este **análisis 2013/14** (Cuadro 2) resultan valores de productividad (SSL) hasta +/-25% de diferencia respecto a INIA Olimar. En el grupo de cultivares más productivos, se destacan 7 cultivares con rendimiento (+11,6 t/ha), significativamente superior a Olimar, aunque dos de ellos con alto % de granos yesados. Respecto a El Paso 144, un total de 24 cultivares lo superan estadísticamente, incluyendo materiales de ciclos más breves y en todos los casos con resistencia HR a *Pyricularia* y relaciones de granos L:A superiores. El aspecto de granos, es inferior en algunas de las LEs con valores de yeso elevado (por ej más de 9%). En particular, **SLF11-046, SLF11-047, SLF11-101, SLF11-072** conjugan alto rendimiento, adecuada calidad molinera, ciclos medios (96 a 100 días, similar a INIA Olimar) o largos (+101 a 104 días, similar a El Paso 144) y excelente resistencia a *Pyricularia* (reacción HR) (Cuadro 2).

¹ Ph.D. INIA. Programa Arroz. fperez@inia.org.uy

Cuadro 2. Rendimiento “Sano, Seco y Limpio” (SSL, t/ha), parámetros de calidad molinera y relación largo:ancho según análisis conjunto en **Paso de la Laguna zafra 2013/14** de cultivares del subtipo *Índica* avanzados origen FLAR y testigos (El Paso 144 e INIA Olimar).

Cultivar*	rank	SSL t/ha	BT %	Ent %	Yes %	L/A	Cultivar	rank	SSL t/ha	BT %	Ent %	Yes %	L/A
SLF-11-046(0) L	1	12,93	69,7	61,8	2,9	3,26	SLF 12-034(0) M	25	10,56	69,1	44,1	7,3	3,07
SLF-11-047(0) M	2	12,37	69,8	59,6	4,4	3,25	SLF 12-016(0) L	26	10,48	66,9	53,0	6,4	3,20
SLF-11-033(0) M	3	12,31	69,0	59,0	8,8	3,03	SLF 12-064(0) M	27	10,46	69,8	60,2	6,0	3,17
SLF-11-101(0) M	4	12,00	69,8	57,0	6,7	3,24	SLF-11-010(0) C	28	10,46	67,8	56,4	16,4	3,29
SLF-11-072(0) L	5	11,80	69,1	63,5	4,2	3,24	SLF 12-001(0) M	29	10,44	67,5	53,8	8,5	3,28
SLF 12-033(0) M	6	11,71	69,1	46,8	10,1	3,11	SLF 12-036(0) M	30	10,43	68,0	47,3	13,1	3,12
SLF-11-211(4) M	7	11,63	68,3	58,6	15,1	3,07	SLF-11-078(0) M	31	10,41	69,8	62,0	10,0	3,12
SLF 12-109(0) M	8	11,37	70,2	59,7	8,6	3,09	SLF-11-189(0) L	32	10,39	70,4	59,9	2,7	3,11
SLF-11-060(0) M	9	11,36	68,5	59,5	9,8	3,12	SLF-12-058(0) C	33	10,35	68,2	55,3	12,4	3,12
SLF-11-079(0) L	10	11,33	68,9	61,7	9,0	3,14	SLF-11-041(0) M	34	10,34	69,2	61,4	7,0	3,15
SLF 12-019(0) L	11	11,24	66,5	53,1	14,6	3,11	SLF 12-040(0) M	35	10,31	68,7	48,6	2,8	3,05
SLF-11-032(0) M	12	11,07	70,1	59,4	5,6	3,23	SLF-11-246(0) L	36	10,31	68,2	58,6	11,9	3,21
SLF 12-032(0) M	13	11,06	68,7	46,2	10,1	3,12	LS903 Ruso(0) L	37	10,30	70,4	65,9	3,9	3,14
SLF-11-203(0)M	14	10,96	68,5	57,8	9,2	3,06	INIA Olimar(7)C	38	10,17	67,2	61,1	6,1	3,13
SLF 12-041(0) C	15	10,96	69,1	51,3	7,3	3,09	SLF 12-044(0) M	39	10,17	68,9	52,0	9,9	3,19
SLF-11-042(0) M	16	10,88	69,9	61,5	2,1	3,21	SLF 12-039(0) M	40	10,16	68,8	50,9	7,9	3,21
SLF 12-030(0) M	17	10,86	68,1	53,7	7,2	3,22	SLF-11-049(0) L	41	10,16	70,2	60,4	2,4	3,11
SLF 12-031(0) C	18	10,80	69,4	51,6	8,3	3,14	SLF-11-011(0) L	42	10,14	68,5	61,1	2,0	3,26
SLF 12-043(0) C	19	10,79	68,4	51,6	11,1	3,09	SLF-11-043(0) M	43	10,11	69,0	58,9	4,2	3,22
SLF-11-059(0) M	20	10,74	69,1	63,2	4,0	3,21	SLF 12-072(0) M	44	10,04	69,3	57,8	14,8	3,07
SLF 12-045(0) C	21	10,72	68,7	50,5	11,7	3,08	SLF-11-062(0) M	45	10,04	68,2	61,0	9,1	3,17
SLF 12-046(0) C	22	10,63	69,2	57,1	10,5	3,10	SLF 12-093(0) L	46	10,03	68,2	56,9	15,1	3,11
SLF-11-034(0) M	23	10,63	69,7	55,9	9,9	3,10	SLF 12-021(0) L	47	10,01	69,2	54,1	9,2	3,16
SLF-11-031(0) C	24	10,62	68,7	55,7	6,3	3,18	El Paso 144(7) L	85	9,18	68,5	62,7	3,2	2,92
Media**		8,95	68,7	57,4	10,0	3,16	Analysis of Variance				Prob > F		
MDS		1,43	1,04	3,67	6,18	0,06	Model		<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
CV%		9,94	0,94	3,97	38,23	1,24	Cultivar		0,0009	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
							fila[Ensayo]		<,0001	0,087	0,003	<,0001	<,0001
							col[Ensayo]		0,0443	0,212	0,009	0,613	0,096
							Ensayo		0,5051	0,308	0,229	0,017	0,041

*Código interno INIA, valor de reacción a *Pyricularia* en camas de infección (valor entre paréntesis), y categorización de ciclos a floración, L=largo (+101 días), M=medio (96-100 días), C=corto (-95 días). **medias del conjunto de cultivares evaluados.

Este grupo de cultivares FLAR ingresó en evaluación parcelaria en generación F7 en el año agrícola 2011/12. El grupo original lo constituían 463 LEs; en su tercer año (2013/14) se evalúan 118, un 25%. En los tres años el rendimiento del conjunto de cultivares fue muy estable (Cuadro 2), no habiendo dif. significativas entre años aun con fechas de siembra dispares (15 nov 2011, 6 nov 2012, 17 oct 2013)(Pérez de Vida 2011, 2012, 2013). La productividad media del grupo en el período fue de 9,10 t/ha. Sin embargo, el efecto año es significativo en el rendimiento SSL, influenciado por efectos ambientales que afectaron la calidad molinera (% de granos enteros y yesados). La población de 118 LEs presentó en general valores altos de yeso y porcentajes de grano entero inferiores a la base de comercialización. Los testigos comunes en todos los ensayos, INIA Olimar y El Paso 144 presentaron valores adecuados (63-60% de entero y 3,0-4,6% de granos yesados). Estos se ubican en las posiciones 15 (9,85 t/ha) y 95 (8,50 t/ha) respectivamente, en el ranking de rendimiento SSL del grupo (Cuadro 3, Anexo).

4. CONCLUSIONES

En un contexto de LEs de excelente respuesta (HR) a la incidencia de *Pyricularia*, con ciclos medios y medio-largos, se identifican un grupo de cultivares con diferencias en productividad estadísticamente significativas respecto a El Paso 144. Más de 20 LEs producen más de 1 t/ha respecto a esta mega-variedad testigo), entre las cuales se destacan SLF11-042, SLF11-046, SLF11-047, SLF11-032, SLF11-033, SLF11-006 (cuadro 2).

5. BIBLIOGRAFÍA

PÉREZ DE VIDA F. 2011. Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Índica*. Actividades de Difusión 651. INIA Treinta y Tres.

PÉREZ DE VIDA F. 2012. Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Índica*. Actividades de Difusión 686. INIA Treinta y Tres.

PÉREZ DE VIDA F. 2013. Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Índica*. Actividades de Difusión 713. INIA Treinta y Tres.

6. ANEXO

Cuadro 2. Rendimiento físico y “Sano, Seco y Limpio” (SSL) según análisis conjunto en 3 años en Paso de la Laguna (zafras 2011/12 a 2013/14) de cultivares del subtipo *Indica* avanzados y testigos (El Paso 144 e INIA Olimar).

Análisis conjunto de 3 años en UEPL, cultivares Indica Evaluación Avanzada (E3+E2)

Ranking	Cultivar*	Rend t/ha	SSL t/ha	BT %	Ent %	Yes %	L/A	DSF+ días	altura** cm
1	SLF-11-060 (0)	10,34	10,45	69,5	62,7	7,5	3,18	115	71,8
2	SLF-11-212 (0)	10,24	10,42	69,4	61,1	5,1	3,10	112	72,2
3	SLF-11-042 (0)	10,09	10,30	70,3	59,8	1,6	3,23	112	73,5
4	SLF-11-072 (0)	9,98	10,28	70,2	63,1	4,4	3,24	115	74,8
5	LS903 Ruso (0)	9,83	10,28	71,3	64,7	2,5	3,13	114	73,4
6	SLF-11-033 (0)	10,51	10,25	69,9	54,0	6,4	3,09	112	69,9
7	SLF-11-211 (4)	10,38	10,22	68,9	60,0	10,0	3,11	112	70,2
8	SLF-11-032 (0)	10,02	10,20	70,8	60,4	4,9	3,24	108	75,2
9	SLF-11-031 (0)	10,18	10,02	70,0	53,5	4,4	3,22	108	74,0
10	SLF-11-006 (0)	10,27	9,98	69,0	55,5	9,2	3,23	104	68,4
11	SLF-11-046 (0)	9,64	9,95	70,3	60,5	2,1	3,24	116	70,9
12	SLF-12-030 (0)	10,54	9,94	68,9	46,6	9,2	3,23	109	64,7
13	SLF-11-041 (0)	10,42	9,93	69,5	52,4	6,5	3,11	110	67,4
14	SLF-11-203 (0-1)	9,93	9,92	69,3	60,3	7,8	3,09	113	69,2
15	INIA Olimar (7)	9,64	9,85	68,6	63,0	3,0	3,20	106	67,7
16	SLF-11-047 (0)	9,54	9,84	71,1	60,5	2,3	3,23	110	75,7
17	SLF-11-079 (0)	9,74	9,79	69,5	62,2	8,6	3,16	115	76,6
18	SLF-11-101 (0)	10,00	9,78	70,5	54,2	6,6	3,22	109	73,5
19	SLF-11-091 (0)	9,43	9,73	70,4	63,2	4,3	3,29	112	74,4
20	SLF-11-049 (0)	9,40	9,68	70,7	60,7	0,1	3,17	117	72,9
21	SLF 12-070 (0)	9,89	9,64	69,8	56,6	9,9	3,16	107	71,1
22	SLF-11-246 (0)	9,70	9,61	69,1	59,7	9,1	3,21	116	70,8
23	SLF-11-301 (6)	9,43	9,57	68,1	62,9	4,3	3,21	106	69,0
24	SLF-11-043 (0)	9,52	9,48	69,9	57,6	4,7	3,28	112	75,1
25	SLF-11-045 (0)	9,09	9,48	71,3	63,1	3,0	3,17	117	73,9
26	SLF-11-078 (0)	9,17	9,45	70,5	64,7	7,3	3,15	113	72,9
28	SLF-11-037 (0)	9,25	9,44	70,8	59,8	3,4	3,18	112	78,7
30	SLF-11-062 (0)	9,15	9,40	69,7	64,4	6,9	3,19	112	73,9
31	SLF-12-089 (0)	9,36	9,40	69,3	59,7	6,9	3,13	112	69,6
33	SLF-11-094 (0)	9,47	9,36	69,4	57,0	5,5	3,11	110	65,8
34	SLF-12-081 (0)	9,18	9,32	69,2	53,1	10,3	3,07	109	66,6
36	SLF-11-011 (0)	9,14	9,31	69,0	60,2	2,4	3,26	115	76,9
37	SLF-11-189 (0)	9,01	9,24	70,6	60,4	2,2	3,13	117	76,1
38	SLF-11-013 (0)	9,52	9,22	69,3	54,1	6,8	3,21	102	66,4
39	SLF-11-010 (0)	9,52	9,21	68,9	56,4	9,7	3,22	122	65,8
42	SLF-11-117 (0)	9,00	9,18	69,3	60,0	1,4	3,37	115	68,7
43	SLF-11-206 (5)	9,22	9,16	69,4	57,6	6,8	3,17	111	72,0
44	SLF-12-072 (0)	9,37	9,15	69,7	56,2	10,6	3,15	107	70,6
45	SLF-11-085 (0)	9,07	9,15	69,2	61,1	6,2	3,33	117	73,7
46	SLF-11-077 (0)	9,06	9,12	69,5	63,4	9,1	3,01	115	76,3
50	SLF-11-015 (1-2)	9,44	9,08	68,7	56,4	9,6	3,16	103	68,3
51	SLF-11-059 (0)	8,70	9,06	70,1	63,2	2,9	3,28	110	72,7
52	SLF-11-029 (0)	9,12	9,05	70,6	55,5	5,1	3,11	106	69,3
92	El Paso 144 (7)	8,45	8,50	68,7	60,5	4,6	2,99	110	73,1
fechas de siembra	Año	LSMean	LSMean	LSMean	LSMean	LSMean	LSMean	LSMean	LSMean
15-nov-11	201112	9,28	9,02	69,3	54,5	9,9	3,16	110,3	70,2
06-nov-12	201213	9,36	9,25	70,2	48,8	12,6	3,13	95,8	70,1
17-oct-13	201314	9,29	8,80	68,9	56,3	10,3	3,16	94,4	78,4
	Media***	9,10	8,92	69,3	54,3	10,9	3,14	98	73,5
	CV%	10,3	11,4	1,26	7,71	46,4	2,36	5,56	5,57
	MDS(5%)	1,49	1,63	1,40	6,70	8,09	0,12	8,75	6,56
	Observaciones n	994	994	1007	1007	1007	1007	935	881
		Analysis of Variance Prob > F							
	Model	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
	cultivar	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
	bloque[ensayo orig]	<,0001	<,0001	0,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
	ensayo orig[Año]	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,5495	0,0009
	Año	0,7926	0,0074	<,0001	<,0001	0,0004	0,0023	<,0001	<,0001

*Código interno INIA, valor de reacción a *Pyricularia* en camas de infección (valor entre paréntesis),**altura a base de la panícula.***medias del conjunto de cultivares evaluados, +días desde siembra a 50% floración.

EVALUACIÓN AVANZADA DE CULTIVARES ÍNDICA

F. Pérez de Vida¹, G. Carracelas²

PALABRAS CLAVE: rendimiento, calidad molinera, germoplasma elite

1. INTRODUCCIÓN

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) en los primeros años de avance del material (generaciones F7, F8 y F9). Este se conduce mediante ensayos de campo con 2 o 3 repeticiones durante al menos 3 años (estadios 1, 2, y 3). En esta oportunidad se incluyó un cuarto año de evaluación en material que involucro a 90 cultivares, con el objetivo de incluir una valoración de su interacción genotipo*ambiente, al incluir un sitio en Paso Farías, Artigas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En UEPL se realizaron 3 ensayos contiguos y contemporáneos con 4 repeticiones en diseño de bloques completos al azar. En cada ensayo se incluyeron 30 cultivares, siendo agrupados en “**semi4.1**” cultivares con reacción a *Pyricularia* HS (valores 7 a 9 en escala estándar de IRRRI), en “**semi4.2**” aquellos con reacción HR (0-2) y en “**semi4.3**” con valores variados (0, 4-5, 7-9). En UEPF, por razones de disponibilidad de área se sembraron solo “**semi4.1**” y “**semi4.2**”. Los cultivares El Paso 144 e INIA Olimar fueron testigos comunes en todos los ensayos.

Localización	Coordenadas	Fecha 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 de octubre	Lab Verano, Roundup pre-siembra + Lab Mínimo	18* N, 46 P ₂ O ₅ , 100 KCl	46 mac+ 46 prim	Clomaz. 0,8 Quincl orac 1,5
		8 de octubre	Lab Verano, Roundup pre-siembra + Lab Mínimo	16 N, 41 P ₂ O ₅ , 60 KCl, 30 Zn	23 mac+23 prim	1)Clom 0,9+ glifosato 2) Propanil 3,5 + Clom 0,45 3)Ricer 0,16
Paso Farías, Artigas (UEPF)	30°29'S 57°07'O					

*kg/ha de nutriente.

En UEPL, adicionalmente a los análisis individuales de cada ensayo, se incluyó un análisis conjunto de los tres experimentos con ajuste espacial ($y = \text{cultivar} + \text{filas}(\text{ensayo}) + \text{columnas}(\text{ensayo}) + \text{ensayo}$) para corregir por las variaciones que se presentaron en el terreno, las cuales se evidenciaron por diferencias significativas en el rendimiento de los testigos comunes.

3. RESULTADOS

Las condiciones de suelo con marcado microrelieve en que se sembraron estos ensayos no fueron óptimas; en ese contexto, el exceso de lluvias en noviembre y el uso de clomazone (0,8 l/ha) en la mezcla de tanque de herbicidas ocasionó daños severos de fitotoxicidad que se reflejaron en retrasos en el desarrollo y muerte de plantas. Esta variación se aprecia en coeficientes de variación de 15,9 y 12,9% en semi4.1 y semi4.3, respectivamente, (datos no mostrados) algo superiores a los esperables (8-10%). El análisis espacial permite la corrección por variaciones ocurriendo en filas y columnas de parcelas, resultando un coef. de variación de 10,9%. En dicho análisis, algunos cultivares en 2013/14 (Cuadro1) presentan valores de productividad hasta 7% superior a INIA Olimar. El novel cultivar SLI09-197, al igual que en ensayos regionales en fajas (Pérez de Vida 2014, esta publicación), supera a los testigos. Considerando su resistencia a *Pyricularia* (HR, 0-1) y calidad molinera acorde a las necesidades de comercialización, resulta en un cultivar muy promisorio a ingresar en etapa de validación en predios comerciales. Por otra parte SLI09-058 presenta muy alta productividad acorde a sus antecedentes. Los cultivares testigos INIA Olimar y El Paso 144 se ubicaron en las posiciones 10 y 29 del ranking; con diferencia de aprox. 0,5 t/ha. Las LEs más productivas y con resistencia a *Pyricularia* rinden 0,8 a 1,2 t/ha más que El Paso 144, el cultivar más utilizado en la región Este del país (Cuadro 1).

¹ Ph.D. INIA. Programa Arroz. fperez@inia.org.uy

² M.Sc. INIA. Programa Arroz. gcarracelas@inia.org.uy

Cuadro 1. Rendimiento “Sano, Seco y Limpio” (SSL) según análisis conjunto en **zafra 2013/14, UEPL** de cultivares del subtipo *Índica* avanzados y testigos (El Paso 144 e INIA Olimar).

Análisis conjunto (semis 4.1, 4.2, 4.3); UEPL 2013/14

Rendimiento SSL (T/ha)								
Ranking	Cultivar*	Media (MC)	vrOlima		Ranking	Cultivar*	Media (MC)	vrOlimar
			r					
1	<i>SLI-09-058</i> (7)	9,16	107		29	El Paso 144 (7)	8,08	95
2	<i>SLI-09-197</i> (0)	9,14	107		30	SLI-10-064 (7)	8,07	95
3	SLI-09-186 (0)	9,08	107		31	SLF-10-415 (7)	8,04	94
4	SLI-10-045 (0)	9,03	106		32	SLF-10-409 (8)	8,00	94
5	SLF-10-090 (0)	8,94	105		33	SLI-09-184 (7)	7,98	94
6	SLI-10-034 (0)	8,92	105		34	SLF-10-417 (7)	7,97	93
7	SLI-10-058 (0)	8,83	104		35	SLF-09-381 (0)	7,94	93
8	SLI-09-170 (0)	8,81	103		36	SLI-09-166 (7)	7,91	93
9	<i>SLI-09-190</i> (0)	8,57	100		37	SLI-09-074 (5)	7,89	93
10	INIA Olimar (7)	8,53	100		38	SLI-09-060 (7)	7,88	92
11	SLI-10-020 (0)	8,50	100		39	SLI-09-228 (0)	7,86	92
12	SLF-10-082 (0)	8,47	99		40	SLI-09-169 (6)	7,81	92
13	<i>SLI-09-195</i> (0)	8,45	99		41	SLI-09-045 (7)	7,75	91
14	SLI-09-171 (0)	8,43	99		42	SLI-09-057 (7)	7,68	90
15	SLF-10-419 (7)	8,41	99		43	SLI-09-034 (7)	7,67	90
16	SLI-09-051 (6)	8,41	99		44	SLI-10-002 (0)	7,65	90
17	SLI-09-181 (0)	8,38	98		45	SLI-09-230 (0)	7,65	90
18	SLI-09-085 (3)	8,34	98		46	SLI-09-167 (7)	7,62	89
19	SLF-10-424 (6)	8,30	97		47	SLF-10-407 (7)	7,61	89
20	SLF-10-428 (7)	8,29	97		48	SLI-10-016 (0)	7,56	89
21	SLI-09-164 (7)	8,24	97		49	SLI-09-221 (0-2)	7,56	89
22	SLI-09-193 (0)	8,20	96		50	SLI-09-002 (7)	7,55	89
23	SLI-10-015 (0)	8,19	96		51	SLI-09-180 (0-1)	7,54	88
24	SLI-09-187 (4)	8,17	96		52	SLI-09-005 (0-4)	7,50	88
25	SLF-10-258 (7)	8,16	96		53	SLI-09-168 (7)	7,47	88
26	SLI-10-032 (0)	8,13	95		54	SLI-09-055 (6)	7,44	87
27	SLF-10-427 (7)	8,11	95		55	SLI-09-007 (6)	7,41	87
28	SLF-10-423 (6)	8,09	95		56	SLI-09-161 (7)	7,40	87

*Código interno y reacción a *Pyricularia* en camas de infección (valor entre paréntesis). Coef. de Var.=10.9%, MDS (5%)=1.2 t/ha.

Cuadro 2. Rendimiento (t/ha) según análisis conjunto en **2 localidades (Paso de la Laguna y Paso Farías)** en la zafra 2013/14 de cultivares del subtipo *Índica* avanzados y testigos (El Paso 144 e INIA Olimar).

Rendimiento (t/ha) y valor relativo a INIA Olimar en 2013/14, promedio de UEPL y UEPF

Cultivar	Rendimiento	VROlimar	Cultivar	Rendimiento	VROlimar
SLF-10-409	9,87	118	<i>SLI-10-034</i>	8,66	103
SLI-09-164	9,87	118	SLI-09-165	8,64	103
<i>SLI-09-197</i>	9,50	113	SLI-09-057	8,64	103
SLF-10-417	9,43	113	SLF-10-415	8,62	103
SLI-09-058	9,32	111	<i>SLI-09-195</i>	8,61	103
SLF-10-423	9,25	110	<i>SLI-10-020</i>	8,61	103
SLI-09-184	9,13	109	SLF-10-422	8,60	103
SLF-10-258	9,08	108	SLI-09-161	8,55	102
SLF-10-424	9,06	108	SLI-09-167	8,51	102
SLF-10-427	8,95	107	<i>SLI-09-171</i>	8,51	102
SLI-09-166	8,92	106	SLF-10-408	8,48	101
SLF-10-428	8,91	106	<i>SLI-09-102</i>	8,46	101
SLF-10-412	8,89	106	SLI-09-060	8,43	101
SLF-10-426	8,79	105	INIA Olimar	8,38	100
SLI-09-169	8,79	105	El Paso 144	8,36	100
SLF-10-420	8,79	105	SLF-10-407	8,36	100
SLF-10-419	8,78	105	<i>SLI-09-034</i>	8,36	100
			<i>SLI-09-186</i>	8,29	99

En UEPF los rendimientos fueron estadísticamente inferiores a UEPL (8,1 y 8,4 t/ha respectivamente), siendo en “semi4.1” (7,7 t/ha en ambos sitios) inferiores a los de “semi4.2” (8,5 y 9,1 t/ha, UEPF y UEPL respectivamente). En el análisis conjunto se destacan los cultivares SLF10-409, SLI09-164, **SLI09-197**, SLF10-417, SLI09-058 y SLF10-423 con 10 a 18% mayor rendimiento sobre INIA Olimar. Del grupo más productivo en ambos ambientes (n=33), 8 cultivares (subrayados en cuadro 2) presentan reacción HR de resistencia a *Pyricularia*.

En un análisis comprendiendo las últimas cuatro zafras en UEPL, los cultivares testigos se ubican en las posiciones 47 y 77 respecto a 90 LEs evaluadas. Los materiales de mayor productividad producen entre

10-17% más que INIA Olimar; sin embargo no presentan resistencia significativa a *Pyricularia*. Aquellos que conjugan resistencia a este patógeno y alto potencial, tienen una menor ventaja (hasta 5%) respecto a dicho testigo, aunque mayor respecto a El Paso 144 (aprox 1 t/ha en SLI09-197, SLI09-190, SLI09-186, SLI10-045) (Cuadro 3). En este período de análisis, INIA Olimar confirma un mayor rendimiento respecto a El Paso 144 (aprox. 0,7 t/ha).

Cuadro 3. Rendimiento “Sano, Seco y Limpio” (SSL) según análisis conjunto en **4 años** (zafas 2010/11 a 2013/14) de cultivares del subtipo *Indica* avanzados y testigos (El Paso 144 e INIA Olimar).

Análisis conjunto de 4 años (semis 4,1, 4,2, 4,3); UEPL 2010/11 a 2013/14

Rendimiento SSL (T/ha)							
Ranking	Cultivar	Media (MC)	vrOlimar	Ranking	Cultivar	Media (MC)	vrOlimar
1	SLI-09-164 (7)	12,58	117	26	SLI-09-034 (7)	11,55	107
2	SLF-10-423 (8)	12,22	114	27	SLF-10-407 (7)	11,49	107
3	SLF-10-421 (7)	12,17	113	28	SLI-09-160 (5)	11,47	107
4	SLI-09-165 (7)	12,03	112	29	SLI-09-168 (7)	11,34	105
5	SLF-10-422 (7)	12,03	112	30	SLI-09-045 (7)	11,26	105
6	SLF-10-424 (8)	11,95	111	31	SLI-09-190 (0)	11,25	105
7	SLI-09-60 (8,5)	11,95	111	32	SLF-10-415 (7)	11,20	104
8	SLF-10-417 (7)	11,90	111	33	SLI-09-006 (6)	11,10	103
9	SLI-09-57 (8)	11,89	110	34	SLI-09-197 (0)	11,06	103
10	SLI-09-161 (7)	11,86	110	35	SLI-09-008 (5)	11,03	102
11	SLI-09-58 (7,5)	11,85	110	36	SLF-10-258 (7)	11,02	102
12	SLF-10-409 (8)	11,85	110	37	SLI-09-186 (0)	10,98	102
13	SLI-09-167 (7)	11,83	110	38	SLI-10-045 (0)	10,92	102
14	SLF-10-426 (7,25)	11,79	110	39	SLI-09-193 (0)	10,91	101
15	SLI-09-184 (7)	11,78	109	40	SLI-09-002 (7)	10,89	101
16	SLI-09-055 (7)	11,72	109	41	SLI-09-187 (4)	10,87	101
17	SLF-10-428 (7,5)	11,70	109	42	SLI-09-195 (0)	10,85	101
18	SLF-10-419 (7)	11,69	109	43	SLF-10-090 (0)	10,85	101
19	SLI-09-169 (6)	11,69	109	44	SLI-09-043 (4)	10,80	100
20	SLF-10-427 (8)	11,68	109	45	SLI-09-181 (0)	10,79	100
21	SLI-09-166 (7)	11,67	108	46	SLI-09-180 (0-1)	10,76	100
22	SLF-10-420 (7)	11,62	108	47	INIA Olimar (8)	10,76	100
23	SLI-09-051 (6)	11,59	108	48	SLI-09-171 (0 (2))	10,76	100
24	SLF-10-412 (8)	11,57	108	49	SLI-10-032 (0)	10,74	100
25	SLF-10-408 (7)	11,57	108	77	El Paso 144 (8)	9,99	93

4. CONCLUSIONES

El potencial productivo de LEs avanzadas *Índicas* evaluadas en la zafra 2013/14 ha resultado muy alto, similar a INIA Olimar en tres experimentos en UEPL y superan a El Paso 144. Incluyendo resultados en UEPF, un grupo de cultivares presenta alta productividad (+10%) respecto a los testigos, entre los que se destaca SLI09-197. De modo concordante, en un análisis conjunto de 4 años (zafas 2010/11 a 2013/14), en el que El Paso 144 rinde 10 t/ha, once nuevas líneas experimentales con resistencia a *Pyricularia* (HR) alcanzan entre 11,2 y 10,7 t/ha. Un grupo de mayor productividad obtiene entre 12,2 y 11,2 t/ha, mientras INIA Olimar rinde 10,7 t/ha.

5. BIBLIOGRAFÍA

PÉREZ DE VIDA 2013. Evaluación de Cultivares promisorios en ensayos de fajas. Actividades de Difusión 713. INIA Treinta y Tres.

PÉREZ DE VIDA F., MOLINA F., BLANCO P., MARCHESI C., CARRACELAS G. 2012. Evaluación Final de Cultivares. Actividades de Difusión 686. INIA Treinta y Tres.

PÉREZ DE VIDA F. 2011. Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Índica*. Actividades de Difusión 651. INIA Treinta y Tres.

PÉREZ DE VIDA F. 2012. Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Índica*. Actividades de Difusión 686. INIA Treinta y Tres.

EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE CALIDAD AMERICANA

P. Blanco¹, F. Molina², S. Martínez³, G. Carracelas⁴, W. Silvera⁵

PALABRAS CLAVE: mejoramiento genético, arroz, japónica tropical

1. INTRODUCCIÓN

En la zafra 2013/14 se evaluaron 746 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 195 cultivares de calidad americana en evaluación avanzada se agruparon en ensayos E5 (E5-1), E4 (E4-1 a E4-5) y E3 (E3-1 y E3-2), cumpliendo 5, 4 y 3 años de evaluación, respectivamente. Todos estos ensayos fueron sembrados en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL) y el ensayo E5-1 también fue sembrado en Paso Farías (UEPF), Artigas. Las 191 líneas experimentales en evaluación intermedia fueron distribuidas en 7 ensayos E2 con dos repeticiones. Complementariamente, en la zafra 2013/14 ingresaron en evaluación preliminar 353 líneas experimentales, provenientes de cruzamientos locales, las que fueron distribuidas en 7 ensayos E1 con dos repeticiones.

En este artículo solamente se presenta información de los materiales más avanzados, incluyendo los 26 cultivares E5, y los 125 cultivares evaluados en los ensayos E4, cuyo potencial de rendimiento ha sido destacado en zafras previas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En 2013/14, los ensayos E5, E4 y E3 fueron sembrados el 14/10 en la UEPL, mientras que en UEPF, el E5-1 fue sembrado el 8/10/13 (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 31/10 y los E1 el 7/11/13, 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 de semilla, corregidos por germinación. En UEPL, la fertilización basal fue realizada al voleo e incorporada con disquera, aplicándose 11 kg/ha de N, 28 kg/ha de P₂O₅ y 60 kg/ha de K₂O. Los ensayos recibieron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 32 y 28 kg/ha de N, respectivamente. El control de malezas fue realizado con una mezcla de tanque, en aplicación terrestre, de propanil + quinclorac + clomazone + pirazosulfurón (3,5 + 1,5 + 0,80 l/ha + 0,2 kg/ha). En UEPF, la fertilización basal fue con 16 kg/ha de N, 41 kg/ha de P₂O₅ y 36 kg/ha de K₂O, realizándose luego dos aplicaciones de urea de 23 kg/ha de N cada una.

Por razones de espacio, en este artículo no se presentan los cuadros con la información y análisis estadísticos correspondientes a la zafra 2013/14, sino información de los cultivares E5 y E4 más destacados en los 5 y 4 años de evaluación, respectivamente, en UEPL. 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, donde 0-1 = Altamente Resistente y 9 = Altamente Susceptible. La información de resistencia a *Pyricularia* proviene del vivero con inoculación artificial.

3. RESULTADOS

A. Cultivares E5. En el ensayo E5-1, se incluyeron como testigos de grano largo a las variedades comerciales y a L5287, de excelente resistencia a Brusone. También se incluyó como testigo a EEA-404, ya que se evalúan 4 líneas de ese tipo de grano, provenientes de cruzamientos con mutantes más precoces y de menor altura. En la zafra 2013/14, el rendimiento promedio del ensayo localizado en UEPL fue de 7,6 t/ha, mientras que en UEPF el rendimiento fue inferior (6,6 t/ha), alcanzando los máximos rendimientos las variedades Indica.

¹ Ing. Agr., M. Sc., INIA. Programa Arroz, pblanco@inia.org.uy

² Ing. Agr., INIA. Programa Arroz, fmolina@inia.org.uy

³ Ing. Agr., INIA. Programa Arroz, smartinez@inia.org.uy

⁴ Ing. Agr., INIA. Programa Arroz, gcarracelas@inia.org.uy

⁵ Asistente de Investigación, INIA. Programa Arroz

En el ensayo localizado en UEPL, L5287, Parao y 3 líneas experimentales superaron significativamente el rendimiento de INIA Tacuarí, y los rendimientos de los testigos El Paso 144 e INIA Olimar estuvieron limitados por esterilidad asociada a espiga erecta. En 2013/14, se logró una buena evaluación de resistencia a *Pyricularia* en cuello de panoja, en el vivero correspondiente.

Con respecto al comportamiento en el periodo 2009/10-2013/14, no se observaron líneas experimentales con un rendimiento destacado respecto a Parao e INIA Olimar, que lograron los mayores rendimientos, con 10,1 y 10 t/ha, respectivamente, mientras que el de INIA Tacuarí fue de 8,9 t/ha (Cuadro 1). En 2 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 6 y Parao 3,5. La línea L9087 promedió un rendimiento similar al de El Paso 144, con buena calidad molinera y resistencia a *Pyricularia*. Entre las líneas de grano largo/ancho, L9216 fue la de mejor comportamiento agronómico, con un rendimiento promedio de 9,3 t/ha, ampliamente superior al de EEA-404, menor altura y ciclo más corto que el testigo.

Cuadro 1. Evaluación Avanzada, E5-1. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas (5 años) en Paso de la Laguna, para las 10 líneas experimentales E5 de mayor rendimiento y testigos.

Nº Cultivar	Rendimiento		Altura cm	Cflor días	Rhizo. (1)	Scl (1)	Pyri (1)		B.Tot %	Entero %	Yesa. %	Amilo %	Alcali
	kg/ha	%Tcrí					hoja	pan					
28 Parao	10087	114	79	106	3,3	4,2	1,9	3,5	68,5	62,8	6,7	19,7	5,0
30 INIA Olimar	10042	113	85	100	2,2	5,4	7,2	9,0	68,3	61,9	3,3	19,3	6,5
7 L 9054	9712	110	93	102	3,0	4,7	0,8	1,5	71,4	56,3	6,1	19,0	5,0
25 L 9221	9554	108	92	102	3,5	5,2	1,0	3,0	69,1	58,3	10,9	19,3	5,1
12 L 9087	9542	108	79	103	3,5	5,1	1,0	2,0	70,4	61,8	6,8	18,6	5,0
31 El Paso 144	9528	108	88	105	3,1	6,2	7,5	9,0	69,0	62,8	4,3	19,2	6,8
17 L 9154	9454	107	83	102	2,7	4,5	0,6	5,0	71,8	66,6	6,0	20,0	5,0
27 L 5287	9453	107	77	102	2,7	3,4	0,3	0,3	70,6	62,2	9,3	19,7	5,0
13 L 9118	9379	106	82	103	3,3	5,9	1,1	0,5	70,9	63,5	4,8	19,6	5,0
4 L 8967	9355	106	87	106	3,1	5,0	0,6	1,0	70,2	62,3	8,3	18,6	5,1
20 L 9183	9346	105	85	100	4,1	4,8	0,9	4,0	71,9	66,1	5,5	18,5	5,0
23 L 9216	9287	105	89	99	2,1	5,2	2,8	6,0	69,8	61,2	6,2	19,6	4,9
26 L 9235	9258	104	87	102	3,5	4,9	1,4	2,5	71,2	66,4	4,4	19,3	5,0
18 L 9157	9256	104	85	103	3,3	4,6	0,5	2,5	71,6	66,5	2,0	20,3	5,0
29 INIA Tacuarí	8862	100	86	96	4,8	5,7	2,8	6,0	70,6	64,1	6,9	19,4	5,2
32 EEA 404	6651	75	126	108	1,3	5,7	1,0	0,0	71,5	64,2	7,1	18,7	6,3
Media	9032		87	102	3,3	5,0	1,7	3,7	70,6	63,0	6,3	19,1	5,2

(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. Cultivares E4. Los 125 cultivares E4 en evaluación fueron seleccionados en un grupo de 558, que ingresó en evaluación preliminar (E1) en 2010/11. Las condiciones de la zafra 2013/14 limitaron el potencial de rendimiento de estos cultivares, algunos de los cuales habían alcanzado 13-14 t/ha, en 2012/13 y 2010/11. El rendimiento promedio de los 5 ensayos E4-1 a E4-5 en la zafra varió entre 8,1 y 8,7 t/ha. Numerosas líneas experimentales superaron significativamente el rendimiento de INIA Tacuarí, pero la ventaja de las más productivas sobre Parao se redujo, respecto a zafras anteriores.

Respecto al comportamiento en los 4 años de evaluación (2010/11-2013/14), en la figura 1 se observa el rendimiento promedio de los 125 cultivares E4 y de los testigos. La gran mayoría de los cultivares E4 tuvieron rendimientos superiores a INIA Tacuarí (8,5 t/ha) y a El Paso 144 (9,1 t/ha). El rendimiento promedio de Parao fue de 10,2 t/ha, y un grupo de 19 cultivares se ubicaron por encima de esta variedad, alcanzando la más productiva 10% de ventaja (11 t/ha). En el Cuadro 2 se observa la información de las variables evaluadas en los 4 años para las 25 líneas E4 más productivas y los testigos. En general, estas líneas presentan ciclos más largos que INIA Tacuarí, mejor sanidad en los tallos y resistencia a *Pyricularia*, pero algunas de las más productivas reiteraron alta incidencia de yesado. Sin embargo, pueden seleccionarse líneas que promediaron una ventaja de rendimiento de 4-6% sobre Parao, con mayor resistencia a *Pyricularia*, buena calidad molinera y promedios de yesado similares a los de INIA Tacuarí y Parao. Cabe mencionar que estos testigos tuvieron alto porcentaje de yesado en las zafras 2011/12 y 2013/14, promediando 8,7% en los 4 años. Respecto a la evaluación de *Pyricularia* en cuello de panoja, El Paso 144 e INIA Olimar promediaron una lectura de 9, INIA Tacuarí de 8,2 y Parao de 5,3 (Cuadro 2).

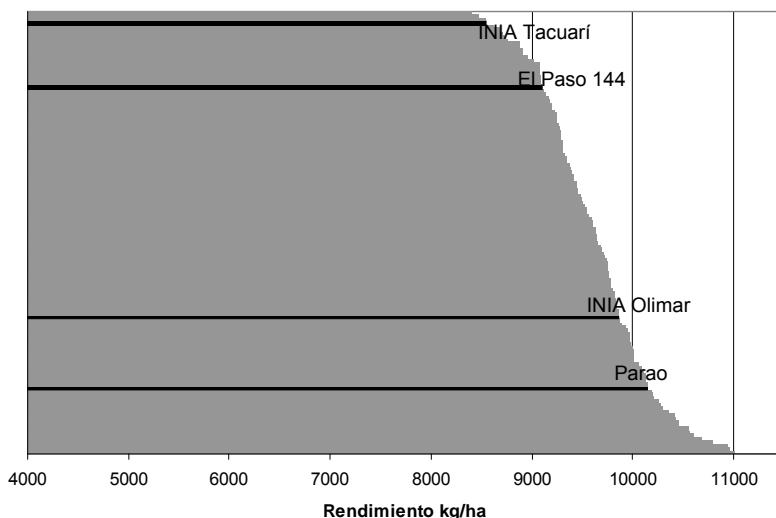


Figura 1. Rendimiento promedio en 2010/11-2013/14 de las 125 líneas E4 incluidas en los 5 ensayos E4-1 a E4-5, y promedio de las variedades testigo en dichos ensayos.

Cuadro 2. Evaluación Avanzada, E4-1 a E4-5. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas (4 años), para las 25 líneas experimentales más productivas en los cinco ensayos. Testigos: promedio de cinco ensayos en los 4 años (n=20).

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	%	%	%	%		
E4-3	15	L 9557	11006	129	101	76	4,3	2,6	0,8	6,0	69,3	62,4	19,1	5,3	18,1
E4-1	16	L 9404	10955	128	102	79	4,1	1,2	0,7	5,0	69,5	60,1	15,1	5,0	18,6
E4-5	9	L 9747	10946	128	102	82	3,5	1,7	1,3	3,0	70,8	66,5	12,9	5,1	20,7
E4-4	3	L 9610	10801	126	99	81	4,2	1,8	1,2	2,5	67,8	58,3	13,2	5,0	18,6
E4-4	5	L 9617	10689	125	101	86	4,0	1,1	1,5	3,5	69,0	62,5	10,4	5,0	19,9
E4-1	21	L 9389	10606	124	103	80	4,0	0,7	1,8	3,0	68,3	58,8	14,5	5,2	18,3
E4-3	16	L 9556	10559	124	100	76	4,3	2,3	1,2	6,0	69,5	60,9	7,2	5,1	18,4
E4-5	12	L 9752	10550	123	103	80	4,0	2,6	0,2	2,0	71,3	67,3	8,8	5,1	20,4
E4-1	19	L 9395	10462	122	102	82	4,5	2,4	1,7	0,5	70,4	64,3	13,0	5,1	17,6
E4-4	2	L 9606	10450	122	99	84	3,8	3,5	1,3	1,5	68,6	61,0	11,7	5,0	18,7
E4-2	5	L 9325	10426	122	101	83	4,0	1,2	1,0	2,0	70,1	61,0	14,2	5,0	18,5
E4-2	4	L 9340	10413	122	101	82	4,1	2,2	0,8	2,0	68,3	56,9	15,3	5,0	20,1
E4-4	7	L 9620	10358	121	101	86	3,9	1,0	1,2	2,5	69,3	63,2	10,3	5,1	19,5
E4-4	15	L 9656	10293	120	104	80	4,7	2,4	3,5	1,5	69,3	62,2	8,9	5,1	19,6
E4-2	6	L 9337	10276	120	102	83	4,2	1,7	1,3	2,0	69,6	59,8	12,0	5,0	18,6
E4-1	6	L 9262	10249	120	101	85	4,9	2,3	2,2	6,0	69,8	61,5	5,7	5,0	18,3
E4-4	6	L 9618	10210	119	100	83	3,8	1,9	1,7	1,5	69,4	64,3	7,7	5,0	19,6
E4-2	9	L 9331	10198	119	102	88	4,0	2,1	0,8	1,0	68,6	60,2	10,5	5,1	18,4
		Parao	10150	119	101	79	4,3	2,4	1,7	5,3	68,8	62,5	8,7	5,0	18,9
E4-3	17	L 9574	10145	119	104	78	4,1	1,9	1,2	4,0	68,8	61,6	8,4	5,1	18,3
E4-3	21	L 9555	10137	119	105	80	4,0	1,8	1,3	3,0	69,3	63,1	9,7	5,1	19,4
E4-2	15	L 9430	10103	118	102	82	4,2	2,8	0,8	4,0	70,8	64,7	7,3	5,0	20,5
E4-4	24	L 9717	10094	118	109	77	4,1	2,2	2,3	0,0	71,7	66,0	5,0	5,1	18,6
E4-1	25	L 9397	10011	117	101	77	3,6	1,4	0,8	3,5	70,2	61,4	11,6	5,1	18,3
E4-3	24	L 9576	10010	117	104	86	4,4	2,4	1,2	2,5	68,7	63,9	5,2	5,4	19,3
E4-1	26	L 9375	10010	117	104	77	4,4	2,8	1,3	5,0	70,6	62,6	10,6	5,0	18,9
		INIA Olimar	9865	115	101	86	5,2	2,7	6,5	9,0	68,0	62,7	3,2	6,5	17,8
		El Paso 144	9094	106	103	88	5,7	1,3	7,0	9,0	68,6	62,9	5,1	6,4	18,7
		INIA Tacuarí	8546	100	95	84	5,5	3,7	2,4	8,2	70,3	63,2	8,7	5,0	19,0

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

4. CONCLUSIONES

En base a la información generada, se dispone de material para iniciar, en 2014/15, la purificación y multiplicación de semilla de alguna de las mejores líneas E4, como L9752, lo cual se coordinará con la Unidad Técnica de Semillas.

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DEL CONSORCIO HIAAL

P. Blanco¹, F. Molina², G. Carracelas³, W. Silvera⁴

PALABRAS CLAVE: arroz, mejoramiento genético, híbridos

1. INTRODUCCIÓN

El área de siembra de híbridos de arroz ha alcanzado un importante desarrollo en países como China y EEUU, encontrándose también en crecimiento en la región. Se cita que la ventaja de rendimiento de los mejores híbridos sobre las variedades alcanza a 15-20%, constituyendo también una plataforma para la incorporación de genes de valor. Al integrarse el Consorcio Híbridos de Arroz para América Latina (HIAAL), en 2012, INIA pasó a formar parte del mismo, con la finalidad de participar en el desarrollo cooperativo de híbridos. HIAAL cuenta con el liderazgo técnico de 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 elite y viveros de híbridos experimentales, habiéndose suministrado también germoplasma local para el desarrollo de nuevos híbridos adaptados a la región. Asimismo, se prevé el suministro de semilla de parentales para producción local de semilla híbrida y capacitación en el tema. En la zafra 2013/14 se repitió la evaluación regional de 3 híbridos elite, se evaluaron 10 híbridos seleccionados en el ensayo preliminar de la zafra anterior (ensayo SeVIOHIAAL) y 173 híbridos experimentales (VIOHIAAL 2013). En el presente resumen se incluye información sobre los mismos. También se introdujo semilla de 902 nuevos híbridos desarrollados utilizando progenitores locales, cuya evaluación preliminar se realizará en 2014/15.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos de híbridos elite incluyeron a tres materiales de HIAAL (CT23020H, CT23034H, CT23057H), y como testigos al híbrido comercial Inov CL (RiceTec) y a las variedades El Paso 144, INIA Olimar, INIA Tacuarí y Parao. Se instalaron dos ensayos regionales con parcelas grandes (4,6 x 16,5 m) y tres repeticiones, localizados en Rincón (T. y Tres) y Quebracho (Rocha), sembrados el 24/10 y 25/10/2013, respectivamente. También se realizó un ensayo en fajas en la Unidad Experimental Paso Farías (Artigas). Se presenta información completa sobre el ensayo localizado en Rincón, ya que los otros presentaron problemas de malezas o implantación. La densidad de siembra fue de 50 kg/ha para los híbridos y 150 kg/ha para las variedades. Los ensayos regionales recibieron el manejo del productor, en cuanto a control de malezas, riego, cobertura de N y fungicida. En el Cuadro 1 se resume la fertilización realizada.

Los ensayos VIOHIAAL y SeVIOHIAAL se sembraron en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (T. y Tres), el 16/10 y 22/10/2013, respectivamente, con parcelas de 6 hileras de 3,5 m de longitud a 0,2 m de separación. En este caso la fertilización basal fue de 11 kg/ha de N, 28 kg/ha de P₂O₅ y 60 kg/ha de K₂O. En macollaje se aplicaron 39 kg/ha de N y en primordio 32 kg/ha. El control de malezas se realizó con una aplicación de propanil + quinclorac + clomazone + pirazosulfuron (3,5 + 1,5 + 0,8 l/ha + 0,2 kg/ha). A diferencia de los ensayos regionales, en los ensayos localizados en los campos experimentales no se aplicó fungicida. En ambos casos se utilizaron como testigos a las variedades comerciales y al híbrido Inov CL. En todos los casos el diseño fue de bloques completos al azar con 3 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 El Paso 144, en la respectiva columna de medias. En todos los ensayos se evaluó rendimiento y calidad industrial. En los regionales también se determinaron componentes de rendimiento, y en el campo experimental características agronómicas y tolerancia a enfermedades.

¹ Ing. Agr., M. Sc., INIA, Programa Arroz, pblanco@inia.org.uy

² Ing. Agr., INIA, Programa Arroz, fmolina@inia.org.uy

³ Ing. Agr., INIA, Programa Arroz, gcarracelas@inia.org.uy

Cuadro 1. Fertilización basal y nitrogenada en ensayos de híbridos elite, 2013/14.

Ensayo	Basal	Macollaje	Primordio
Rincón	14 kg/ha de N + 62 kg/ha de P ₂ O ₅ + 84 kg/ha K ₂ O	51 kg/ha de N en híbridos y 28 kg/ha de N en variedades	28 kg/ha de N
Quebracho	14 kg/ha de N + 36 kg/ha de P ₂ O ₅	55 kg/ha de N en híbridos y 28 kg/ha de N en variedades	24 kg/ha de N

3. RESULTADOS

A. Híbridos elite. El ensayo localizado en Rincón alcanzó un rendimiento promedio de 11,6 t/ha, registrándose diferencias muy significativas entre cultivares. El máximo rendimiento fue alcanzado por Inov CL, con 13,7 t/ha (Cuadro 2), seguido por el híbrido CT23057H (12,6 t/ha), a pesar de su ciclo excesivamente largo. El rendimiento de CT23034H estuvo limitado por problemas de calidad de semilla y por esterilidad de granos. Se destaca la calidad molinera y bajo yesado mostrado por los híbridos CT23020H y CT23034H en ambas localidades.

Cuadro 2. Evaluación de híbridos elite, Rincón, 2013/14. Rendimiento, calidad molinera y componentes de rendimiento. Se presenta información parcial del ensayo localizado en Quebracho (Qbrch.), proveniente de una repetición.

N°	Cultivar	Rendimiento kg/ha		Altura cm	Pan/ m ²	Gr tot/ panoja	Esteril. %	Peso 1000 g	Bl. tot %	Entero %		Yesado %	
		Rincón	Qbrch.							Rincón	Qbrch.	Rincón	Qbrch.
4	Inov CL	13707 +	12931	97	833	108	21,6 +	28,2	68,9	58,8	66,4	6,9	6,8
3	CT23057H	12587	7494	97	663	130	22,4 +	27,7	68,0	53,8 -	58,5	12,4 +	4,2
6	INIA Olimar	11908	11356	96	711	94	7,3	28,6	67,6	62,5	64,6	3,7	3,0
5	El Paso 144	11444	11068	99	784	96	13,6	28,4	69,5	63,1	66,8	6,1	3,9
1	CT23020H	11363	10761	105 +	738	128	25,6 +	26,1 -	69,4	60,9	67,5	4,6	2,1
7	Parao	10977	12934	89 -	630	118	12,5	26,5 -	69,2	63,8	66,6	8,7	7,3
8	INIA Tacuarí	10909	9430	96	621	157 +	20,3 +	20,5 -	70,0	64,6	68,3	10,7 +	7,0
2	CT23034H	9883	9967	98	637	135	30,7 +	25,1 -	70,7	65,3	66,8	2,3	2,0
	Media	11597	10742	97	702	121	19,3	26,4	69,2	61,6	65,7	6,9	4,6
	P Bloque	0,341		0,498	0,111	0,969	0,016	0,502	0,777	0,294			0,862
	P Cultivar	0,007		0,003	0,142	0,085	0,000	0,000	0,062	0,001			0,004
	CV%	7,8		3,2	13,8	19,9	18,7	1,7	1,5	3,9			37,1
	MDS 0.05	1602		5,5	171	42,4	6,3	0,8	1,9	4,3			4,5

B. SeIVIOHIAAL. Este ensayo tuvo un rendimiento promedio de 8,6 t/ha. El híbrido CT23144H y el híbrido elite CT23020H alcanzaron los mayores rendimientos, con 11,5 t/ha, superando significativamente al testigo El Paso 144, al igual que Inov CL, otros 5 híbridos del consorcio y las variedades Parao e INIA Olimar. Los dos híbridos más productivos mostraron buena calidad molinera y bajo yesado. Las variedades El Paso 144, INIA Olimar e INIA Tacuarí, al igual que CT23020H, fueron altamente susceptibles a *Pyricularia*. Por su parte, el híbrido más productivo, CT23144H, mostró alta resistencia al patógeno, en hoja y cuello de panoja (Cuadro 3).

C. VIOHIAL. La mayoría de los 173 híbridos experimentales evaluados presentaron ciclos muy largos. A pesar de esto, 37 de ellos superaron significativamente en rendimiento a El Paso 144, y 10 produjeron más de 11 t/ha, al igual que Inov CL (Cuadro 4). Si bien El Paso 144 mostró muy bajo yesado (1,3%), por lo que muchos híbridos tuvieron una incidencia del defecto significativamente mayor, muchos presentaron buena calidad molinera y aspecto de grano. Es el caso del híbrido de mayor rendimiento, HIAAL 29, de HIAAL 44 y HIAAL 15.

4. CONCLUSIONES

Los híbridos elite no han mostrado una ventaja consistente de rendimiento sobre las variedades, en las últimas dos zafas, por lo que se discontinuará su evaluación. Los híbridos avanzados presentaron un ciclo muy largo para la zona Este, aunque el CT23144H tuvo alto rendimiento, buena calidad y resistencia a Brusone, siendo relevante ampliar su evaluación, especialmente en la zona Norte. Los nuevos híbridos experimentales, adaptados al trópico, mantienen un ciclo muy largo, a pesar de lo que algunos alcanzaron muy buenos rendimientos. La calidad molinera no aparece como un problema grave en los híbridos recibidos de HIAAL, existiendo una perspectiva interesante en los 902 híbridos desarrollados utilizando progenitores locales, que serán evaluados en 2014/15.

Cuadro 3. SeVIOHIAAL: Evaluación de híbridos HIAAL avanzados, Paso de la Laguna, 2013/14. Rendimiento, características agronómicas y calidad molinera.

N° Cultivar	Rend kg/ha	Flor. Días	Altura cm	Sclerot. (1)	Rhizo. (1)	Pyri (1) Hoja	Pan.	B Total %	Entero %	Yesado %
8 CT23144H	10536 +	119 +	88 -	5,0	0,0 -	0	0	71,0 +	61,7	5,3 +
11 CT23020H	10477 +	112 +	94 -	3,0	2,0	5	9	68,6	62,0	2,4
14 Inov CL	9944 +	101 -	95 -	4,0	3,0	4	4	68,1	59,8 -	4,0
17 Parao	9775 +	100 -	88 -	3,7	4,7	1	4	68,7	62,8	10,4 +
13 CT23057H	9701 +	125 +	87 -	3,0	0,7 -	0	NF	68,4	54,5 -	7,6 +
2 CT23107H	9566 +	116 +	93 -	9,0 +	0,0 -	0	0	69,2	60,3 -	12,3 +
1 CT23091H	9383 +	118 +	98	6,7 +	0,0 -	0	0	69,9	55,1 -	13,9 +
16 INIA Olimar	9373 +	99 -	91 -	3,7	3,3	6	8	66,0 -	59,0 -	2,3
3 CT23122H	8929 +	119 +	95 -	5,3	0,0 -	0	0	69,2	60,6 -	4,3
9 CT23147H	8913 +	117 +	91 -	8,0 +	0,0 -	0	0	69,0	60,3 -	13,5 +
5 CT23134H	8677	118 +	95 -	4,7	0,0 -	0	0	69,3	63,3	5,3 +
4 CT23128H	8252	119 +	91 -	5,7	0,0 -	0	0	68,9	58,7 -	6,8 +
12 CT23034H	8224	115 +	93 -	3,3	0,3 -	0	3	69,9	62,0	3,3
10 CT23153H	7332	118 +	91 -	3,7	1,0 -	0	0	68,9	60,7 -	5,0 +
15 El Paso 144	7034	104	102	4,7	3,3	6	9	69,0	65,1	2,1
18 INIA Tacuarí	6873	97 -	94 -	4,7	7,7 +	1	9	68,7	63,0	11,4 +
6 CT23138H	6805	120 +	91 -	3,0	0,3 -	0	0	69,5	55,6 -	2,0
7 CT23142H	5701	118 +	95 -	3,3	0,7 -	1	0	69,6	61,6	3,9
Media	8639	113	93	4,7	1,5	1,5	1,5	69,0	60,3	6,4
P Bloque	0,151	0,205	0,502	0,006	0,724			0,222	0,476	0,364
P Cultivar	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000
CV%	12,8	0,9	4	22,2	72,8			1,1	4,2	15,7
MDS 0.05	1842	1,7	6,1	1,7	1,8			1,3	4,2	2,7

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 0 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente, 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible. (NF: no floreció).

Cuadro 4. VIOHIAAL, Evaluación preliminar de híbridos HIAAL, Paso de la Laguna, 2013/14. Rendimiento, características agronómicas y calidad molinera de los 10 híbridos experimentales de mayor rendimiento, de 2 de muy buena calidad molinera y de testigos.

N° Cultivar	Rend kg/ha	Flor. Días	Altura cm	B Total %	Entero %	Yesado %	Largo Vuelco mm
29 HIAAL-29	12463 +	123 +	93	70,0	64,1	5,3 +	6,39
98 HIAAL-98	11662 +	126 +	96	69,2	59,5 -	11,6 +	6,49
178 Inov CL	11553 +	104 -	88	68,8	61,5 -	5,1 +	6,39
40 HIAAL-40	11534 +	125 +	94	68,2	57,1 -	10,2 +	6,83
44 HIAAL-44	11516 +	123 +	100	69,4	62,1	5,3 +	6,72
15 HIAAL-15	11425 +	131 +	97	70,3 +	62,8	4,8 +	6,48
120 HIAAL-120	11389 +	124 +	95	68,6	60,5 -	5,8 +	6,54
97 HIAAL-97	11302 +	126 +	90	69,9	61,3 -	13,4 +	6,60
37 HIAAL-37	11076 +	124 +	90	70,4 +	64,1	10,3 +	6,86
1 HIAAL-1	11060 +	123 +	103	69,5	61,3 -	9,5 +	6,32
8 HIAAL-8	11055 +	123 +	83	68,1	59,5 -	6,3 +	6,47
141 HIAAL-141	10645 +	124 +	104	71,5 +	66,4	4,2	6,46
46 HIAAL-46	10615 +	124 +	91	69,6	62,2	3,4	6,63
177 INIA Olimar	10043	103 -	93	66,8 -	61,2 -	1,4	6,60
179 Parao	8989	104 -	84	68,6	62,7	3,9	6,42
176 El Paso 144	8432	116	95	68,6	64,9	1,3	6,48
180 INIA Tacuarí	7979	100 -	95	70,3 +	61,7	6,5 +	5,90
Media	9080	119	93	69,6	62,3	6,8	6,51
P Bloque	0,000	0,000		0,542	0,960	0,000	
P Cultivar	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	
CV%	12,8	2,0		1,5	3,2	29,1	
MDS 0.05	1874	3,9		1,6	3,2	3,2	

Vuelco: 1= sin vuelco, 3 = mayoría de las plantas con tendencia a vuelco, 5 = mayoría de las plantas moderadamente volcadas, 7 = mayoría de las plantas casi caídas, 9 = todas las plantas volcadas.

AGRADECIMIENTOS:

A los productores/firmas Edison Gómez Chagas y BOGAR, por el apoyo brindado para la concreción de estos trabajos y por el aporte de información.

4. 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.

EVALUACIÓN DE CULTIVARES CLEARFIELD®

P. Blanco¹, F. Molina², G. Carracelas³, S. Martínez⁴, W. Silvera⁵

PALABRAS CLAVE: mejoramiento genético, arroz, resistencia a imidazolinonas

1. 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 en 1763 y 394 ha, respectivamente, en 2013/14.

En la zafra 2013/14, en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL), se evaluaron 77 líneas experimentales CL del programa, de las cuales 37 se encontraban en evaluación avanzada y 40 en evaluación intermedia. La totalidad de estas líneas es de calidad americana, provenientes de cruzamientos entre la variedad introducida CL161 y cultivares locales de este tipo de grano. En la zafra pasada también se condujo un ensayo en fajas en la Unidad Experimental Paso Farías (UEPF), Artigas, incluyendo a los 2 cultivares Indica en validación, CL244 y CL212, la línea CL394, que en ensayos previos mostró buena adaptación a la zona Norte, y los testigos Puitá INTA CL e Inov CL. En este artículo se presenta la información del ensayo en fajas localizado en UEPF y de los cultivares Clearfield en evaluación avanzada (E3). Por razones de espacio, no se presentan los cuadros con la información y análisis estadísticos de los cultivares E3 correspondientes a la zafra 2013/14, sino información de los cultivares de mayor rendimiento en los 3 años de evaluación. Estos materiales se agruparon en los ensayos E3-1CL y E3-2CL.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos E3-1CL y E3-2CL fueron localizados en UEPL, Treinta y Tres, realizándose la siembra el 22/10/13. 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). Se incluyeron 37 líneas experimentales junto a las variedades Puitá INTA CL y CFX18, utilizadas como testigo, así como al híbrido Inov CL (RiceTec). También se incluyeron como testigos a los cultivares CL en validación, CL212 y CL244, así como a CL394. La fertilización basal fue realizada al voleo e incorporada (11 kg/ha de N, 28 kg/ha de P₂O₅ y 60 kg/ha de K₂O). Los ensayos recibieron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 32 y 28 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. El ensayo en fajas, localizado en UEPF, fue sembrado el 25/9/13, y la fertilización basal fue realizada con 16 kg/ha de N, 41 kg/ha de P₂O₅ y 36 kg/ha de K₂O, aplicándose posteriormente dos coberturas de urea de 23 kg/ha de N cada una.

Para todos estos ensayos, 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. En ambos casos se evaluó rendimiento y calidad industrial, y en los ensayos E3 también se evaluaron características agronómicas e incidencia de enfermedades al final del ciclo. Esta última evaluación, al igual que la de

¹ M. Sc., INIA. Programa Arroz, pblanco@inia.org.uy

² Ing. Agr., INIA. Programa Arroz, fmolina@inia.org.uy

³ Ing. Agr., INIA. Programa Arroz, gcarracelas@inia.org.uy

⁴ Ing. Agr., INIA. Programa Arroz, smartinez@inia.org.uy

⁵ Asistente de Investigación, INIA., Programa Arroz

Pyricularia, se realiza por el Sistema de Evaluación Estándar, con escala de 0 a 9, donde 0-3 = Resistente y 9 = Muy Susceptible. La evaluación de resistencia a *Pyricularia* se realizó en vivero con inoculación artificial del patógeno, evaluándose en 2013/14 la resistencia en hoja y cuello de panoja.

Los ensayos intermedios (E2) fueron localizados solamente en UEPL, con dos repeticiones y el tamaño de parcela, manejo de la fertilización, control de malezas y determinaciones fueron similares a los mencionados para los ensayos E3.

3. RESULTADOS

A. Evaluación de cultivares en fajas, UEPL. El rendimiento promedio fue de 9,7 t/ha. Existieron diferencias significativas entre cultivares para las variables de calidad industrial, pero no para rendimiento. Los máximos rendimientos fueron alcanzados por CL394 e Inov CL, con 10,4 y 10,2 t/ha. La línea experimental CL394 confirmó su buen potencial de rendimiento en la zona Norte, pero su calidad molinera fue pobre en este ensayo, al igual que la de Inov CL. CL394 también presentó granos con una relación Largo/Acho inferior a 3 (2,8). Cabe mencionar que en la zafra 2012/13, CL394 presentó excelente calidad molinera en un ensayo localizado en UEPL. El cultivar CL212, resistente a *Pyricularia*, que se encuentra en validación, tuvo una productividad algo mayor que CL244 en este ensayo.

Cuadro 1. Evaluación de cultivares avanzados en fajas, Paso Farías, 2013/14. Rendimiento y calidad molinera.

Nº	Cultivar	Rend kg/ha	Bl. tot. %	Entero %	Yesa. %	Manch. %
2	CL 394	10401	67,9 +	54,1 -	10,4 +	3,2
1	Inov CL	10248	68,9 +	50,7 -	7,7 +	2,2 -
5	Puita INTA CL	9733	67,2	61,8	1,9	6,0
4	CL 212	9509	66,5 -	59,5	7,0 +	0,6 -
3	CL 244	8568	66,8	57,8	4,3	1,1 -
	Media	9692	67,5	56,8	6,3	2,6
	P Bloque	0,290	0,803	0,232	0,113	0,488
	P Cultivar	0,459	0,000	0,002	0,001	0,017
	CV%	12,9	0,4	3,9	33,4	58,0
	MDS 0.05	2362	0,5	4,2	5,0	2,9

B. Cultivares E3. En el cuadro 2 se incluye la información promedio de los 20 cultivares más productivos en los ensayos E3-1CL y E3-2CL, en tres años de evaluación en UEPL. El híbrido Inov CL fue el cultivar de mayor rendimiento promedio, 10,5 t/ha. Estas líneas E3 superaron el rendimiento de Puitá INTA CL entre 11 y 26%, la mayoría con buena resistencia a *Pyricularia* en hoja y cuello de panoja, pero con alta incidencia de yesado. Es razonable relativizar los promedios de yesado con el observado en el testigo CFX-18, obtenido por mutaciones inducidas sobre la variedad Cypress, que dio origen a la variedad de Louisiana CL161. CFX-18 presentó, históricamente, excelente calidad molinera y bajo yesado. En las dos primeras zafras de la serie, su porcentaje de yesado fue de 3 y 6%, pero en 2013/14 alcanzó a 18%, lo cual afecta su promedio (8,9%). Entre las líneas E3 que mostraron menor promedio de yesado, se puede destacar a CL860, CL933 y CL919. Algunas líneas E3 también tuvieron excelentes promedios de grano entero, alcanzando 66-68%. Cabe mencionar que CL394, incluida en 2013/14, alcanzó muy buen rendimiento en la zafra (10,2 t/ha), con buena calidad molinera y yesado muy inferior al de CFX18 (10% vs 18%).

Cuadro 2. Evaluación Avanzada, E3-1CL y E3-2CL, UEPL. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas en 3 años, para las 20 líneas experimentales de mayor rendimiento en los dos ensayos. Se excluyen CL212 y CL394, por contarse con información de una sola zafra en la serie. Testigos: promedio de dos ensayos en los 3 años (n=6).

Ensayo	N°	Cultivar	Rendimiento		Cflor días	Altura cm	Scler. (1)	Rhizo.		Pyri (1) hoja	B.Tot. %	Entero %	Yesa. %	Álcali
			kg/ha	%Puitá				(1)	(1)					
		Inov CL	10450	134	93	89	5,4	2,2	4,0	6	69,8	57,7	9,0	6,5
E3-2CL	13	CL 916	9757	126	95	88	4,2	2,2	1,5	7	69,3	60,1	13,8	5,4
E3-1CL	15	CL 951	9582	123	94	83	4,1	2,6	1,3	0	69,7	60,4	17,7	5,9
E3-2CL	9	CL 867	9367	121	95	82	4,8	2,7	1,8	1	71,2	63,4	15,9	5,3
E3-2CL	4	CL 856	9322	120	97	82	4,7	3,7	1,8	3	71,2	63,7	13,7	5,3
E3-1CL	1	CL 790	9237	119	94	87	4,3	3,0	2,0	0	70,2	63,9	19,6	5,3
E3-2CL	5	CL 859	9231	119	98	86	4,2	3,2	2,5	1	72,7	67,8	17,8	5,4
E3-2CL	15	CL 924	9227	119	95	84	4,0	3,1	0,5	1	72,3	67,8	12,3	5,6
E3-1CL	3	CL 802	9189	118	92	82	4,2	3,5	2,3	1	70,7	60,2	20,3	5,2
E3-2CL	1	CL 836	9157	118	97	84	4,6	3,5	2,3	0	71,4	62,1	16,1	5,3
E3-2CL	6	CL 860	9135	118	96	77	4,7	3,3	2,0	0	70,8	61,7	9,8	5,0
E3-2CL	10	CL 871	9066	117	97	82	4,1	2,7	1,5	1	71,8	65,3	12,6	5,0
E3-2CL	17	CL 926	9061	117	95	78	4,4	3,8	0,5	1	71,0	65,9	13,1	5,2
E3-2CL	2	CL 840	8963	115	94	81	4,2	2,8	1,0	0	71,9	64,0	14,2	5,1
E3-2CL	3	CL 852	8879	114	95	83	4,8	4,2	1,5	0	71,7	61,0	12,0	5,5
E3-1CL	12	CL 933	8877	114	95	82	3,8	2,9	0,0	0	70,5	62,3	10,0	5,1
E3-1CL	11	CL 930	8830	114	96	79	4,8	3,3	0,5	0	70,6	64,8	11,6	6,0
E3-1CL	4	CL 810	8794	113	91	83	4,8	2,7	2,3	1	70,1	62,8	22,0	5,3
E3-2CL	14	CL 919	8647	111	95	79	4,3	3,1	0,5	0	70,9	65,8	8,2	5,5
E3-2CL	16	CL 925	8638	111	99	77	3,9	3,6	0,5	0	71,5	66,9	10,8	5,7
		CL 707	8307	107	93	77	4,4	3,2	2,1	6	70,4	63,1	13,4	5,0
		CL 244	8228	106	92	87	6,2	2,8	6,0	7	68,1	60,2	5,0	6,5
		Puita INTA CL	7771	100	96	84	5,5	2,8	4,1	9	69,1	64,2	3,7	6,5
		CFX-18	7137	92	95	79	4,6	3,2	1,5	1	72,4	68,4	8,9	5,7

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

3. CONCLUSIONES

Si bien el cultivar CL394 es una opción de alto rendimiento para la zona Norte, su calidad no ha sido estable y la longitud de sus granos aparece como una limitante. Muchos de los cultivares E3 tienen buen tipo de planta, potencial de rendimiento, resistencia a *Pyricularia* y muy buen rendimiento de entero, pero su porcentaje de yesado ha sido inestable, especialmente en las condiciones de la zafra 2013/14. Si bien muchos deberán ser descartados, los de mejor calidad deberían evaluarse nuevamente, incluyendo un ambiente diferente al de la UEPL.

4. BIBLIOGRAFÍA

BLANCO, P.; MOLINA, F.; CARRACELAS, G.; MARTÍNEZ, S.; SILVERA, W. 2013. Evaluación de cultivares Clearfield. In: Arroz-Soja, Resultados Experimentales 2012-13, INIA Treinta y Tres. p. 6:16-18. Serie Actividades de Difusión 713.

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

MARCADORES MOLECULARES IDENTIFICADOS EN EL PROYECTO MAPEO ASOCIATIVO PARA ASISTIR EL MEJORAMIENTO POR CALIDAD DEL GRANO

V. Bonnacarrere¹, G. Quero², J. Rosas³, S. Fernández⁴, S. Garaycochea⁵, S. Martínez⁶,
F. Perez de Vida⁷, P. Blanco⁸, N. Berberian⁹, L. Gutierrez¹⁰

1. INTRODUCCIÓN

En este informe se presentan los resultados del proyecto “Mapeo asociativo para la identificación de marcadores asociados a rendimiento, calidad y resistencia a enfermedades en la población de mejoramiento de arroz de INIA”. Este proyecto tiene como objetivo identificar marcadores moleculares, SNP (del inglés, Single Nucleotide Polymorphism) para ser utilizados en selección asistida por el programa de mejoramiento, de manera de mejorar más rápidamente para características de calidad (yesado, grano entero y blancura de grano) y resistencia a enfermedades del tallo (*Rhizoctonia oryzae-sativae* y *Sclerotium oryzae*). En este reporte se presentan los resultados para caracteres de calidad y parámetros fisiológicos. A partir de los datos de secuenciación parcial del genoma de 665 líneas del programa de mejoramiento se identificaron 57400 SNPs y se procesaron los datos fenotípicos para los caracteres de interés como fue reportado en la INIA (2013). A partir de análisis bioestadísticos de asociación entre datos genotípicos y fenotípicos se encontraron regiones cromosómicas o QTLs (del inglés, Quantitative Trait Loci), marcadores moleculares y genes candidatos asociados a % de yesado, % de grano entero, % blanco total, fecha de 50% de floración y altura total de la planta. La primera etapa en este proceso de análisis es la determinación de la estructura genética de la población de estudio, de manera de disminuir asociaciones espurias entre marcadores y fenotipo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Determinación de la estructura de la población de mapeo y análisis de asociación

La estructura poblacional se determinó usando la totalidad de SNPs en un Análisis de Componentes Principales (PCA). Los datos fenotípicos corresponden a las medias obtenidas a partir de evaluaciones en ensayos de campo en los años 2010, 2011 y 2012. Para los análisis de asociación se utilizó un modelo lineal mixto que corrige por estructura de la población utilizando los coeficientes obtenidos por análisis de componentes. El modelo utilizado fue el siguiente: $y = X\beta + Qv + \varepsilon$ (Price et al. 2006) donde: Y = vector fenotípico, X = matriz de marcadores moleculares, β =vector de efectos alélicos, Q = estructura de la población representada por los scores de los ejes relevantes del PCA, v = vector del efecto poblacional y ε = errores residuales.

Anotación de genes

A partir de la información de QTLs encontrados y considerando umbrales de p valores superiores a 1×10^{-4} se seleccionaron los SNPs asociados a cada carácter. Utilizando las coordenadas de ubicación de éstos SNPs, se localizaron en el genoma de arroz reportado en RAP (Rice Annotation Project) de modo de vincularlos a genes cuya función puede ser asociada al carácter de interés.

3. RESULTADOS

El análisis de componentes principales (PCA) de los datos genotípicos (Figura 1) mostró una clara estructura correspondiente a los tipos *Índica* y *Japónica* tropical presentes en la población. Los dos componentes principales explicaron más del 60% de la varianza genotípica. El germoplasma *Índica* presenta mayor diversidad que el *Japónica* tropical.

¹ DSc INIA, Unidad de Biotecnología vbonnacarrere@inia.org.uy

² MSc, Facultad de Agronomía, UdelaR, Departamento de Biología Vegetal

³ MSc INIA, Programa Arroz jrosas@inia.org.uy

⁴ Lic. INIA, Unidad de Tecnologías de la Información sfernandez@inia.org.uy

⁵ MSc. INIA, Unidad de Biotecnología. sgaraycochea@inia.org.uy

⁶ Ing. Agr. INIA, Programa Arroz smartinez@inia.org.uy

⁷ PhD INIA, Programa Arroz fperez@inia.org.uy

⁸ MSc. INIA, Programa de Arroz. pblanco@inia.org.uy

⁹ Est. Facultad de Agronomía, UdelaR. Departamento de Biometría, Estadística y Cómputos

¹⁰ PhD Facultad de Agronomía, UdelaR, Departamento de Biometría, Estadística y Cómputos

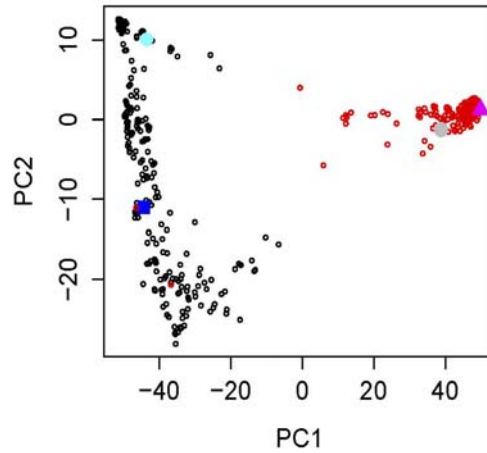


Figura 1. Estructura de la población de mapeo. En negro se muestran los genotipos *Indica* y en rojo los *Japonica*. Los cultivares utilizados como testigos se muestran en colores: Celeste: ;Azul: ; Gris: ; Violeta:.

Se encontraron QTLs asociados a todas las características evaluadas. Para fecha a floración se destaca un QTL en el cromosoma 3; para altura de la planta en los cromosomas 1, 3, 5, 6, 8, 10, 11 y 12; para grano entero en cromosomas 3, 4 y 6; para yesado en cromosomas 1,2,3,6,7,8,10; y para %blanco total en los cromosomas 1, 4, 6 y 12 (Figura 2).

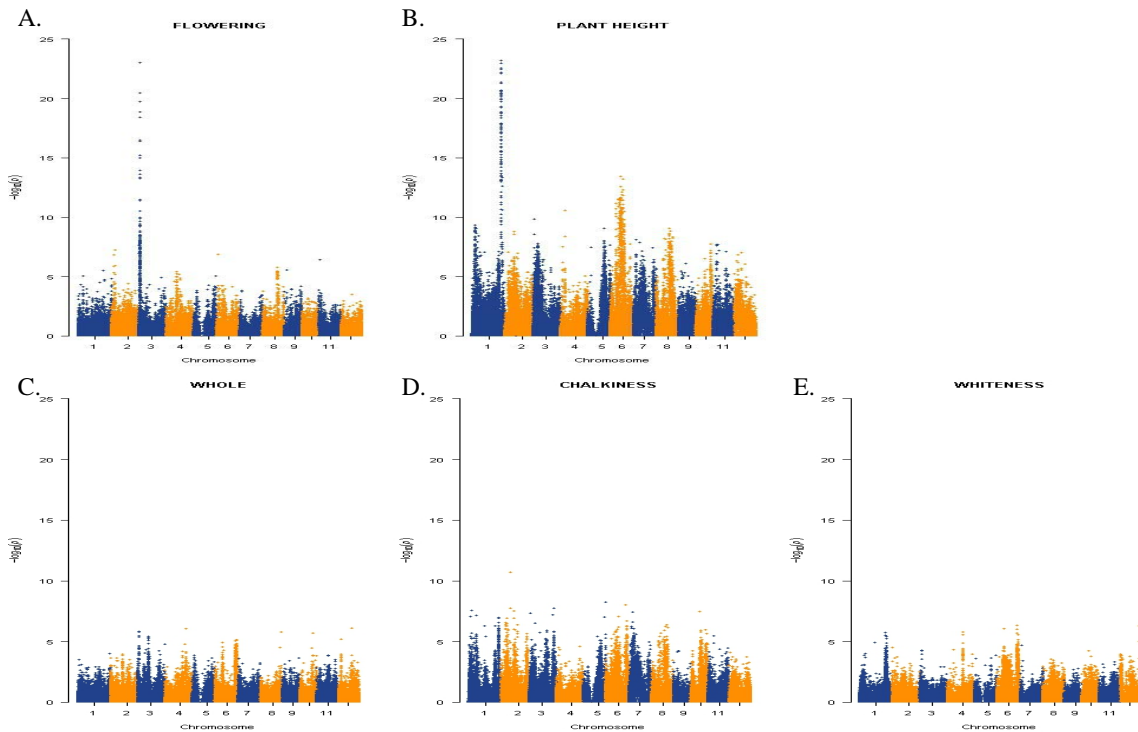


Figura 2. Manhattan plot que muestran los QTLs asociados a los caracteres de interés. A. Días a floración. B. Altura de la planta. C. % de grano entero. D. % de granos yesados. E. % de blanco total. En el eje de las Y se muestra la asociación de los marcadores a un carácter en particular. En el eje de las X se ubican los 12 cromosomas del arroz. Los SNP se identifican en azul y anaranjado, dependiendo del cromosoma. Un QTL corresponde a un pico de marcadores.

Los SNPs asociados para los diferentes caracteres fueron visualizados en el genoma del arroz, encontrando que muchos de ellos se encontraban en secuencias génicas. A partir de revisiones

bibliográficas, se seleccionaron aquellos SNPs asociados que se localizaban en genes cuya función pudiera estar relacionada con el carácter estudiado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Marcadores génicos asociados a caracteres de interés.

Cr	Función asignada al gen	Número de genes	SNP
1	%Blanco total	2	S1_34434535
			S1_34693343
6	%Blanco total	2	S6_15842368
			S6_27088057
4	Grano entero	1	S4_27646127
			S6_27870398
6	Grano entero	3	S6_27871352
			S6_27871370
			S1_1019373
1	Yesado	1	S1_39453696
			S1_39468527
2	Yesado	1	S2_32691297
3	Yesado	1	S3_32930005
			S6_27870398
6	Yesado	2	S6_27870418
			S6_27871352
			S6_27871370
7	Yesado	1	S7_3593645
			S7_5257466
10	Yesado	2	S10_20848739
			S1_38200424
1	Altura de la planta	1	S1_38637633
			S6_13383900
6	Altura de la planta	3	S3_1090023
			S3_1531190
			S3_1531514
3	Días a Floración		

3. CONCLUSIONES

Se identificaron marcadores asociados a caracteres de calidad como % de yesado, % de grano entero y % de blanco total y a caracteres agronomicos como fecha a floración y altura de la planta que serán utilizados para generar un set de marcadores para selección asistida en el programa de mejoramiento de INIA.

4. BIBLIOGRAFÍA

PRICE, A., PATTERSON, N., PLENGE, R., WEINBLATT, M., SHADICK, N., REICH, D. 2006. Principal components analysis corrects for stratification in genome-wide association studies. *Nature Genetics* 38, 904 - 909 doi:10.1038/ng1847.

INIA. 2013. Arroz-Soja. Resultados experimentales 2012-2013. INIA Treinta y Tres, Uruguay. Treinta y Tres: INIA. (Serie Actividades de Difusión, 713).

ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ

ASPECTOS DE LA ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ EN URUGUAY: V. AJUSTES EN EL POTENCIAL BIOLÓGICO EN LA REGIÓN ESTE

F. Pérez de Vida¹

PALABRAS CLAVE: rendimiento potencial, adaptación, radiación PAR.

1. INTRODUCCIÓN

El rendimiento comercial en el cultivo de arroz en Uruguay se ha incrementado a una tasa de 1.88% anual en los primeros 15 años del período 1994-2014 (Pérez de Vida 2010); alcanzándose en las últimas zafras un plateau de rendimientos en el orden de las 8 t/ha (2008-2014). Esta evolución pone en cuestión la posibilidad de continuar el crecimiento de la productividad e impulsa a estudiar los factores ambientales que actuarían limitando el rendimiento. Analizando los recursos climáticos disponibles se concluye que la radiación incidente promedio en la estación de cultivo es inferior a otras regiones arroceras de "clima templado" (por ej. California, Australia) que presentan altos potenciales productivos (15 t/ha) (Mitchell, Sheeshy, Woodward, 1998) y se calcula para nuestras condiciones un rendimiento potencial de 11-12 t/ha (Pérez de Vida, 2011). Mediante el ajuste de la oferta ambiental y requerimientos del cultivo se estima la posibilidad de cosechar hasta un 10% más de radiación disponible. Esto sería posible ubicando los máximos requerimientos del cultivo (+/- 20 días entorno a antesis) adelantando la floración a inicios del mes de enero, en lo posible (Pérez de Vida 2013). En el presente trabajo se cuantifica el impacto en la productividad de los cultivares El Paso 144 e INIA Olimar mediante la "cosecha" de radiación en diferentes fechas de siembra y acorde al ajuste de sus fenologías (por acumulación térmica) en función de datos climáticos históricos (serie 1972-2014) y de la zafra 2013/14 en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En este análisis se utiliza la metodología presentada por Pérez de Vida (2011) (Mitchell, Sheeshy, Woodward, 1998) ajustada a la fenología esperada para los cultivares El Paso 144 e INIA Olimar (R. Méndez, 2014). Para cada estadio fenológico, **vegetativo temprano** (emergencia-inicio de macollaje), **vegetativo** (macollaje a primordio), **reproductivo** (primordio a floración), y **llenado de granos** se estimó la radiación disponible y utilizable asumiendo distintos coeficientes de intercepción de acuerdo al desarrollo esperable de la canopia (0,1; 0,5; 1 y 0,75; respectivamente). En función de la información disponible (4 estadios fenológicos) el método es simplificado y se considera al factor de conversión de la radiación como estable (=1) en todo el ciclo de cultivo y con valores de 2.5 y 2.35 g/MJ materia seca para El Paso 144 e INIA Olimar, respectivamente. Se simula el rendimiento en 5 fechas de emergencia del cultivo 1/10, 10/10, 20/10, 30/10 y 10/11. La integración de la radiación disponible en la estación de cultivo se relaciona a la productividad de acuerdo a la fórmula de Mitchell, Sheeshy, Woodward (1998). Se utilizó la información obtenida en la casilla meteorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna (33°16'S 54°10'O), de INIA Treinta y Tres, de la cual se dispone una serie histórica desde el año 1972 hasta la actualidad. El registro de radiación se obtiene mediante un actinógrafo y se expresó en MJ/m²/d. La estimación de rendimientos se realizó con datos a) promedio de la serie, b) de la zafra 2013/14 y c) "2013/14 corregida o año ideal" utilizando durante el período 20/1 a 20/2 registros del año 2011 de alta radiación. Se utilizaron valores de índice de cosecha de 0,52 (El Paso 144) y 0,55 (INIA Olimar) (Porto y Castro 1994, Baez y Toledo, 1998, Hernández *et al.* 2011).

3. RESULTADOS

La radiación disponible para el desarrollo del cultivo en la zafra 2013/14 fue inferior a la media histórica solo en el período 15/1 a 15/2; esta menor radiación coincide con un período de altos requerimientos (llenado de granos) lo cual podría comprometer el objetivo de alcanzar alta productividad. Sin embargo, se registraron altos niveles de radiación (Figura 1) y temperaturas (datos no mostrados) en prefloración. Los rendimientos estimados en función de la energía disponible para la zafra 2013/14 y datos históricos, en diferentes fechas de emergencia a partir de 1/10 se presentan en figura 2. Según los rendimientos estimados en base a registros históricos de radiación para la región Este (UEPL), la productividad de INIA Olimar superaría la de El Paso 144 (Figura 2a, 2b). Los supuestos utilizados otorgan ventaja a INIA

¹ Ph.D. INIA. Programa Arroz. fperez@inia.org.uy

Olimar dada su mayor eficiencia en la conversión de la biomasa generada en granos (Índice de Cosecha), asumiéndose que el stand de plantas y por ende el desarrollo de la canopia es el óptimo en ambos cultivares. Estos supuestos pueden no cumplirse estrictamente en condiciones de campo en que El Paso 144 logra un desarrollo foliar óptimo bajo diversas condiciones de manejo de suelo y métodos de siembra, las cuales podrían ser subóptimas para INIA Olimar. Estos resultados estimados contradicen la baja adopción de este cultivar en el Este del país.

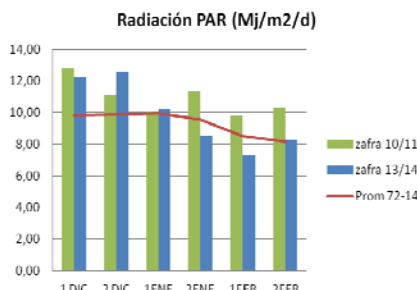


Figura 1. Radiación PAR en Unidad Experimental Paso de la Laguna en zafras 2010/11, 2013/14 y promedio de la serie 1972-2014, para los meses de diciembre, enero y febrero.

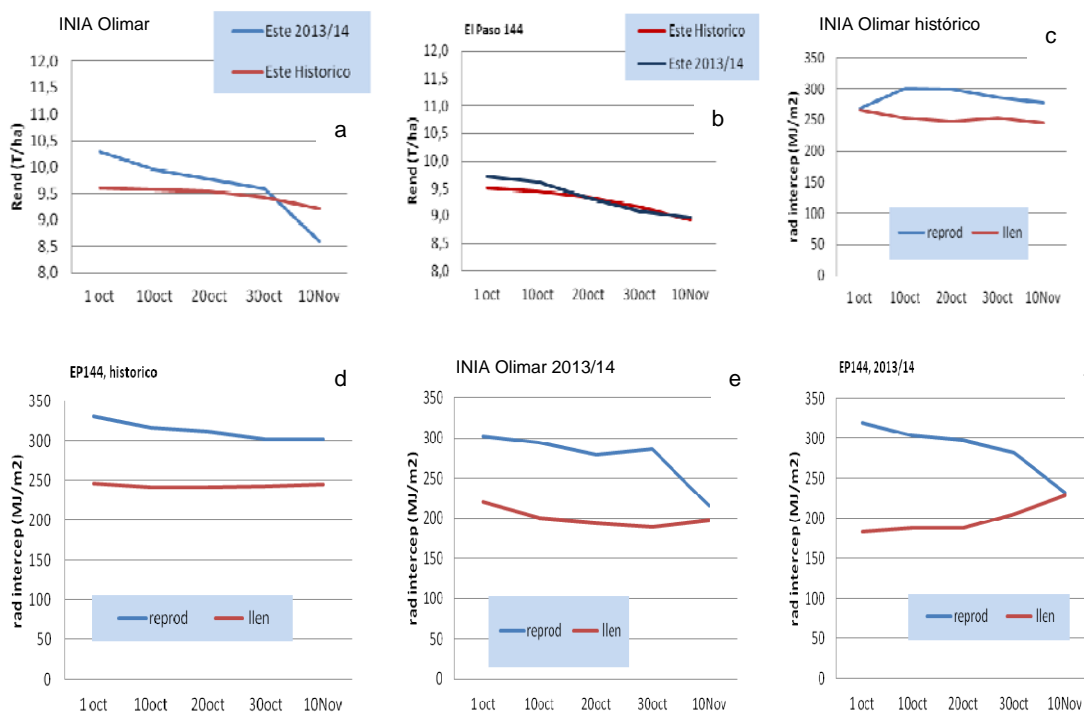


Figura 2. Rendimientos potenciales estimados para diferentes fechas de emergencia en base a registros históricos de radiación en UEPL (serie 1972-2014) ("Este histórico") y zafra 2013/14, ajustados a datos fenológicos de cultivares INIA Olimar y El Paso 144.

En términos históricos ambos cultivares harían una mayor intercepción de radiación durante el período reproductivo (Primordio-50%Flor., 30 días aprox.) y el atraso en la fecha de emergencia conduce a una disminución en la misma. Esta reducción es de mayor magnitud en El Paso 144 (Figura 2d) y se refleja en la caída más pronunciada del rendimiento esperado (Fig 2b). La radiación incidente durante llenado de granos se comportaría con mayor estabilidad para las diferentes fechas de siembra en ambos cultivares (Fig. 2c y 2d); el 50% de floración ocurriría desde el 15/01 hasta el 6/02 en INIA Olimar y 26/01 a 17/02 en El Paso 144. Sin embargo, en INIA Olimar la alta productividad en siembras tempranas tendría origen en la mayor captación de radiación durante llenado de granos (50% de floración ocurriendo a mediados de enero) (Fig. 2c); para El Paso 144 los mayores rendimientos en siembras tempranas se asocian a la mayor captación de radiación solar durante el período reproductivo (desde primordio [26/12] a 50% Floración [26/01]) (Fig 2d).

En la zafra 2013/14 y en siembras tempranas, la productividad en INIA Olimar resultaría superior a la media histórica, decayendo hacia el final del periodo de siembra de modo más acentuado que la tendencia histórica. En El Paso 144, en cambio, los rendimientos estimados para la zafra pasada son muy similares a los previstos en términos históricos. En general, las condiciones de alta temperatura en la zafra 2013/14 permitieron alcanzar los requerimientos térmicos en menor tiempo (acortamiento del ciclo de aprox. 9-10 días a 50% de Floración, R Méndez 2014). INIA Olimar debido a su ciclo menor hace un uso más eficiente de la alta radiación incidente en diciembre-inicios de enero de esta zafra; este cv. ubica en dicho lapso de tiempo, períodos relevantes en la construcción del rendimiento (prefloración). En el Paso 144, el acortamiento del ciclo no fue capitalizado de igual manera debido a su mayor requerimiento térmico en todos los estadios.

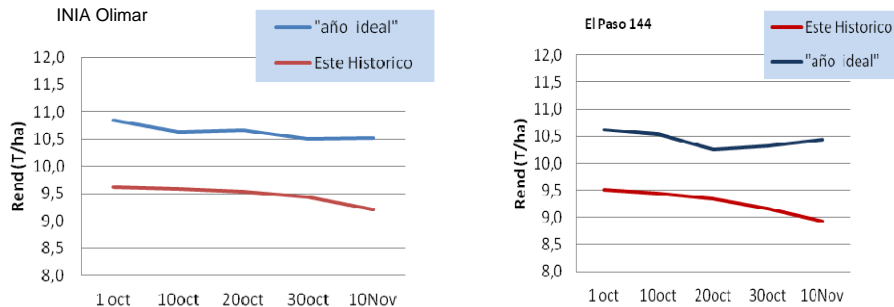


Figura 3. Rendimientos potenciales estimados para diferentes fechas de emergencia en base a registros históricos de radiación en UEPL (serie 1972-2014) (Este histórico) y para un año de alta radiación basado en datos de zafra 2013/14 y datos de zafra 2010/11 en el periodo 20/1 al 20/2 ("año ideal"), ajustados a datos fenológicos de cultivares INIA Olimar y El Paso 144.

La simulación de una zafra de alta radiación (datos de la zafra 2010/11 sustituyen registros de la zafra 2013/14 en el periodo 15/1 al 15/2) ("año ideal", Fig. 3) resultan en rendimientos aprox. 10% superiores a los estimados para el "potencial histórico" y 2013/14.

4. CONCLUSIONES

La baja radiación disponible al final del cultivo en 2013/14 -afectando el llenado de granos- no se tradujo en una pérdida de potencial de rendimiento en cultivos de siembras tempranas, respecto a los rendimientos esperables con valores históricos de radiación. Las excelentes condiciones en etapas previas (prefloración) oficiaron de buffer -por ej a través de la acumulación de reservas (carbohidratos no estructurales)- que se traslocaron para el llenado de granos. Sin embargo, para maximizar la productividad se hubiese requerido el mantenimiento de una alta oferta de radiación durante el llenado de granos. El potencial estimado bajo esta metodología para estos cultivares es de aprox. 9.5 a 10.5 t/ha INIA Olimar presentaría ventajas en rendimiento respecto a El Paso 144, lo que es acorde a resultados experimentales registrados extensivamente en UEPL.

5. BIBLIOGRAFÍA

MÉNDEZ R. 2014. Datos Climáticos de la Estación Meteorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna. Boletín periódico.

MITCHELL PL, SHEESHY JE, WOODWARD FL. 1998. Potential yields and the efficiency of radiation use in rice. IRRD Discussion Paper Series N°32. Manila (Philippines): International Rice Research Institute. 62 p.

PÉREZ DE VIDA F. 2010. Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: I Análisis de la productividad en los últimos 15 años. Arroz Resultados Experimentales 2009-10. Actividades de Difusión 611. INIA Treinta y Tres.

_____. 2010. Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: II Importancia de la fecha de siembra en la productividad. Arroz Resultados Experimentales 2009-10. Actividades de Difusión 611. INIA Treinta y Tres.

_____. 2011. Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: III Potencial biológico en la región Este. Arroz Resultados Experimentales 2010-11. Actividades de Difusión 651. INIA Treinta y Tres.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA BÁSICA DE ARROZ

INFORME DE PRODUCCIÓN DE LA ZAFRA 2013/14

Ana Laura Pereira¹, Ariel Pimienta², José Correa²

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

Variedad	Panojas/hilera N° Sembradas	Semilla pré básica kg
L3000 INIA Olimar	285	275
Tacuari	320	260
Parao	340	330
L 5903	105	93
CL 244	110	100
CL 212	150	135
C 289	90	85
SLI 09197	96	91

Cuadro 2. Producción de líneas promisorias

Variedad	Área sembrada (ha)	Rendimiento k/ha	Semilla obtenida kg
CL 244	0,7	9.233*	7.100*
CL 212	0,7	6.897	4.828
L 5903	1,6	8.006	12.810
C 289	0,5	7.000	3.500*

* Sin clasificar

Cuadro 3. Producción de Semilla Categoría Básica - Zafra 2013/14

Variedad	Área Sembrada (ha)	Densidad siembra (kg/ha)	Rend. (kg/ha)	Semilla Obtenida kg
INIA Tacuarí	2,8	115	6.045	16.925
L 3000 INIA Olimar	2	105	9.062	18.125
El Paso 144	1,8	90	6.827	12.288
Parao	2,9	90	7.213	20.918

¹ Ph.D. INIA. Unidad de Semillas. apereira@inia.org.uy

² Téc. Agrop. INIA. Unidad 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

SOJA

SELEÇÃO E ADAPTAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA AO CULTIVO EM TERRAS BAIXAS: O EXEMPLO DO SUL DO BRASIL

C. Lange¹

O cultivo de soja em terras baixas no Estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil, não é uma atividade recente. Desde a década de 1940 havia interesse no cultivo desta oleaginosa visando, principalmente, a rotação de culturas com o arroz irrigado, espécie de cultivo preferencial nos solos hidromórficos (de origem sedimentar) localizados em baixas altitudes, que representam mais de 3 milhões de hectares na metade sul do Estado.

Os resultados instáveis de rendimento de grãos de soja nestas terras baixas, no entanto, desencorajaram por décadas a adoção em maior escala desta rotação pelos orizicultores. Esta instabilidade de resultados esteve sempre associada primeiramente à ocorrência de períodos de excesso hídrico no solo, decorrente da dificuldade de drenagem dos solos de origem sedimentar, planos e alocados em cotas muito baixas, sendo este o primeiro grande desafio a ser suplantado na adaptação do cultivo da espécie às terras baixas. O enfrentamento e mitigação deste estresse pela adoção de um sistema de drenagem mais eficiente e pelo uso de cultivares mais tolerantes ao encharcamento do solo foi a solução para o crescimento da rotação arroz irrigado-soja no Rio Grande do Sul.

Tradicionalmente os programas de melhoramento de soja brasileiros estão alocados nas zonas tradicionais de cultivo desta espécie, as quais se caracterizam por apresentarem solos profundos, bem estruturados e drenados, contrastando com os solos que se encontram nas terras baixas em questão. Em consequência, o germoplasma brasileiro de soja não vinha sendo selecionado nem direta nem indiretamente para a tolerância genética a este estresse. Em consequência, o germoplasma de soja, embora apresente variabilidade genética para a tolerância ao excesso hídrico, detém níveis de tolerância relativamente baixos.

O excesso hídrico em plantas resulta em um estresse cujo principal componente advém da deficiência de oxigênio que as raízes ficam submetidas em um solo saturado ou inundado. Nesta condição de hipóxia a respiração celular é afetada, com inibição do Ciclo de Krebs e manutenção apenas parcial da glicólise, resultando em redução de geração de energia química para a manutenção do metabolismo celular e no forte consumo de fotoassimilados para compensar a redução da formação de energia com a paralisação quase total do processo de respiração (Thomas & Sodek, 2014). Em consequência, mesmos períodos bastante curtos de hipóxia causados pelo excesso hídrico resultam em perdas significativas do potencial produtivo da lavoura.

A tolerância à hipóxia é conferida por muitos genes com efeito restrito na expressão final da característica, de herança quantitativa complexa e baixa herdabilidade (Vantoi *et al.* 2001; Reyna *et al.* 2003; Cornelius *et al.* 2006), sendo amplamente aceito que o germoplasma de soja proveniente de países da Ásia, berço da cultura, apresenta uma maior frequência de alelos positivos para a característica na espécie (Van Toai *et al.* 2001). Entretanto, os genótipos asiáticos que detêm maior tolerância ao excesso hídrico apresentam uma série de características indesejáveis em cultivares comerciais (Lange *et al.* 2011), sendo muito provável que o uso destes como fonte de tolerância ao excesso hídrico em programas de melhoramento produza resultados apenas a longo prazo. Em curto e médio prazo, o aumento da tolerância deve se valer de genitores adaptados e com características comerciais aceitáveis. Neste sentido, é esperado que o melhoramento genético para esta característica seja eficiente, mas os progressos esperados, embora cumulativos, devem ser lentos, visto se tratar de uma característica de difícil avaliação fenotípica em função dos inúmeros fatores de ambiente que afetam sua expressão (Sullivan *et al.* 2001; Setter & Waters, 2003).

A caracterização do grau de tolerância de genótipos de soja ao excesso hídrico é realizada em testes específicos e bastante severos, que consistem em cultivar diferentes genótipos em solos de várzea em condições de boa drenagem até uma determinada fase do desenvolvimento das plantas, quando é

¹ Dr. em Fitotecnia. Oryza & Soy Pesquisa e Consultoria Agrícola Ltda claudia.e.lange@gmail.com

realizado um tratamento de excesso hídrico imposto por inundação do solo. A inundação é mantida pelo tempo necessário para que haja reação diferencial dos genótipos, quando então a área é drenada e os genótipos são avaliados para a tolerância através de uma escala visual de acordo com o grau de danos que as plantas apresentam (Cornelius *et al.* 2006).

Um segundo fator envolvido na instabilidade de rendimento da soja em terras baixas é o estresse abiótico diametralmente oposto ao excesso hídrico, ou seja, a deficiência hídrica. Isto por que estes mesmos solos propensos ao excesso hídrico caracterizam-se por apresentar baixa capacidade de infiltração e armazenamento de água devido à textura, à falta de estrutura física decorrente do manejo de solo e de irrigação para o cultivo do arroz irrigado por inundação, e, em muitos casos, pela pouca profundidade do solo disponível para a exploração das raízes das plantas. A irrigação da soja aproveitando a infraestrutura estabelecida do cultivo do arroz é um grande potencial das terras baixas, sendo que a irrigação por sulco ou por banhos são formas econômicas de suplementação hídrica e praticamente exclusiva deste ambiente. O desenvolvimento deste tipo de irrigação para o cultivo de soja, entretanto, irá se apoiar fortemente no conhecimento do grau de tolerância ao excesso hídrico das cultivares, uma vez que o processo de irrigação muito frequentemente induz ao excesso hídrico por períodos de alguns dias.

O ciclo (grupo de maturação relativa) é outra característica adaptativa de importância para o sucesso do cultivo de soja em terras baixas. Ao longo de várias décadas o entendimento era de que cultivares de ciclo mais longo ofereciam maior estabilidade produtiva. Sem dúvida, ciclo mais alongado oferece maior oportunidade de recuperação a plantas impactadas negativamente por estresses, incluindo o de excesso hídrico. Entretanto as lavouras com genótipos de ciclos mais longos também maturam e tem colheita mais tarde no período de outono, o qual, muito frequentemente, torna-se demasiadamente úmido e com poucas oportunidades para que a colheita seja realizada. Em consequência, o cultivo de variedades tardias apresenta riscos majorados de perdas de colheita, além de a lavoura ficar mais tempo exposta ao ataque de pragas e de moléstias, cujas populações aumentam na medida em que as semanas de outono avançam.

Assim, a limitação de ciclo de maturação para o cultivo de soja em terras baixas é uma medida que visa reduzir os riscos de perdas. Atualmente buscam-se genótipos cujo ciclo total se complete em torno de 130 dias. Entretanto cultivares de ciclo mais curto podem ser cultivadas com sucesso, desde que as condições de ambiente e manejo sejam favoráveis ao desenvolvimento das plantas: época de semeadura preferencial, correção de pH do solo, ausência de limitação de nutrientes através de adequada fertilização, além de tratos fitossanitários que minimizem competição de plantas daninhas, e os danos causados por pragas e moléstias.

Entre as moléstias a que a soja está sujeita quando cultivada em terras baixas, a podridão de caule causada por *Phytophthora sojae* desponta como um grande desafio para a pesquisa em fitopatologia e o melhoramento. Trata-se de um fungo muito adaptado às condições de excesso hídrico, que se beneficia muito da água livre no solo, pois seus esporos apresentam flagelos que facilitam a sua locomoção até os hospedeiros. Existem genes de resistência no germoplasma de soja, porém o patógeno apresenta uma alta variabilidade e uma incrível habilidade em acumular genes de virulência, quebrando a resistência dos genótipos de soja (Costamillan *et al.* 2013). O controle efetivo desta moléstia implica no uso de genes de resistência a raças específicas, resistência parcial que é raça não específica e conferida por inúmeros genes de efeito menor sobre a resistência, e tratamento de sementes com fungicida eficiente no controle do patógeno.

BIBLIOGRAFÍA

CORNELIUS, B.; CHEN, P.; HOU, A.; SHI, A.; SHANNON, J.G. 2006. Yield potential and waterlogging tolerance of selected near-isogenic lines and recombinant inbred lines from two southern soybean populations. *Journal of Crop Improvement*, v. 16 (1/2) p.97 –111.

COSTAMILAN, L.M; CLEBSCH, C.C.; SOARES, R.M.; SEIXAS, C.D.S.; GODOY, C.V.; DORRANCE, A.E. 2013. Pathogenic diversity of *Phytophthora sojae* pathotypes from Brazil. *European Journal of Plant Pathology*, v. 135. p. 845–853.

LANGE, C.E.; VEDELAGO, A.; MARCOLIN, E; OLIVEIRA, K.I; SILVA, S. 2011. Desempenho de soja em solo de várzea cultivado com arroz irrigado por 16 anos sob plantio direto, cultivo mínimo e sistema pré-germinado. In: Congresso Brasileiro do Arroz Irrigado, VIII, 2011, Camboriú-SC. Anais ... p. 271-274.

REYNA, N.; CORNELIOUS, B.; SHANNON, J.G.; SNELLER, C.H. 2003. Evaluation of a qtl for waterlogging tolerance in southern soybean germplasm. *Crop Science*, v. 43, p. 2077-2082.

SETTER, T.L.; WATERS, I. 2003. Review of prospects for germplasm improvement for waterlogging tolerance in wheat, barley and oats. *Plant and Soil*, v.253, p.1-34.

SULLIVAN, M.; VANTOAI, T.; FAUSEY, N.; BEUERLEIN, J.; PARKINSON, R.; SOBOYEJO, A. 2001. Evaluating on-farm flooding impacts on soybean. *Crop Science*, v.41, p.93-100.

THOMAS, A.L.; SODEK, L. 2014. **Adaptações fisiológicas da soja ao excesso de umidade no solo.** In: **THOMAS, A.L.; LANGE, C.E.** (organizadores). *Soja em solos de várzea do sul do Brasil*. Evangraf: Porto Alegre, RS, Brasil. 128 p. : il.

VANTOAI, T.T.; ST. MARTIN, S.K.; CHASE, K.; BORU, G. ; SCHNIPKE, V.; SCHMITTHENNER, A.F.; LARK, K.G. *et al.* 2001. Identification of a QTL associated with tolerance of soybean to soil waterlogging. *Crop Science*, v.41, p.1247-1252.

RESPUESTAS DEL CULTIVO DE SOJA AL ANEGAMIENTO

I. Macedo¹ J. Terra²

PALABRAS CLAVE: excesos hídricos, daño por inundación

INTRODUCCIÓN

El área de soja ha tenido un crecimiento sostenido en la región en los últimos años a pesar de que la productividad en nuestras condiciones está por debajo de la obtenida en los países vecinos. La disponibilidad de agua para el cultivo durante las etapas reproductivas, condicionado por el régimen hídrico de los suelos y su capacidad de almacenamiento es considerada la principal limitante productiva para el cultivo en el país (Giménez, 2014).

Los ajustados márgenes económicos del cultivo de arroz han llevado a la inclusión de otros cultivos como la soja en las rotaciones arroceras.

La mayor parte de los suelos de la planicie arroceras de la cuenca de la laguna Merín tienen limitantes de drenaje. La gran diferenciación textural y la topografía dominante los hacen muy aptos para el cultivo de arroz, pero representan una limitante importante para otros cultivos poco adaptados a los excesos hídricos.

De esta forma, los suelos de la planicie arroceras además de tener mayor riesgo de sequía por su menor capacidad de almacenamiento de agua disponible, también tienen el riesgo de anegamiento por sus restricciones de drenaje interno y superficial, existiendo entonces en estos suelos un “doble riesgo”.

Este artículo revisa algunos trabajos que estudiaron las respuestas agronómicas del cultivo de soja en suelos de mal drenaje. Se busca cuantificar el impacto productivo que puedan causar periodos de anegamiento durante el cultivo para eventualmente minimizar el riesgo de los mismos.

DAÑOS POR ANEGAMIENTO

El anegamiento provoca muchos daños y distorsiones fisiológicas en la planta que en mayor o menor medida determinan pérdidas en el rendimiento (Douglas *et al.* 2010).

La duración y el momento que ocurre anegamiento determinan la magnitud del daño (Sullivan *et al.*, 2001) y su impacto productivo. Existen diferencias entre cultivares en su capacidad de adaptarse a este tipo de stress y por tanto en las opciones de mitigación mediante el mejoramiento genético. También existen diferencias entre tipos de suelos, donde los daños en un suelo arenoso no son los mismos que en uno arcilloso (Scott *et al.* 1989).

Las chacras de soja en el delta del Mississippi (USA) ocasionalmente se inundan debido a excesos de lluvia o riegos seguidos de eventos de precipitación. Los síntomas más comunes reportados en estos ambientes son, amarillamiento de hojas, reducción en el crecimiento de las raíces, defoliación, reducciones en el rendimiento y muerte de plantas (Linkemer *et al.* 1998).

El amarillamiento de hojas está dado a la falta de nitrógeno ya que la duración de la inundación está negativamente correlacionada con las concentraciones de nitrógeno en hoja (Sullivan *et al.* 2001), a su vez Sallam y Scott (1987), reportan que inundaciones en V1 (Fehr *et al.* 1971) inhiben completamente la nodulación en soja comprometiendo el abastecimiento de N al cultivo.

La inundación durante tres días en el estadio V2-V3 provocaron reducciones del 20% en el rendimiento de chacras comerciales (Sullivan *et al.* 2001). Esas reducciones en el rendimiento fueron atribuidas a una reducción en la población de plantas, altura, y en el número de chauchas por planta.

¹ Ing. Agr., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. imacedo@tyt.inia.org.uy

² Ph.D., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. jterra@tyt.inia.org.uy

Por otra parte, Oosterhuis *et al.* (1989), indicaron que 48 hs de inundación en V4 y R2, provocó una reducción de 33 y 32% de la fotosíntesis respectivamente. A su vez, la reducción de rendimiento fue 40 y 55% en V4 y R2, lo que muestra que similares disminuciones en la fotosíntesis no necesariamente implicaron las mismas reducciones en el rendimiento. Griffin *et al.* (1988), encontraron que el cultivo fue más tolerante al anegamiento durante estadios vegetativos que reproductivos y concluyeron que para mitigar las pérdidas de rendimiento, el agua debía ser removida en menos de 48 hs.

Cuadro 1. Efecto de la duración de la inundación sobre el rendimiento en soja creciendo en dos suelos e inundada a V4 y R2.

Días de inundación	Crowley (arenoso)		Sharkey (arcilloso)	
	V4	R2	V4	R2
	-----Rendimiento (kg/ha)-----			
2	3231a	2796ab	2491a	2281a
4	3130a	3188a	2054b	1688b
7	3160a	2366b	1778c	896c
14	2586b	1809c	930d	355d

Valores seguidos por la misma letra no son diferentes significativamente entre momento de inundación y suelo ($p < 0.05$)
 Fuente: Adaptado de Scott *et al.*, 1989

Las pérdidas de rendimiento son directamente proporcionales a la duración del periodo de anegamiento y estas son mayores si el stress ocurre en R2 respecto a V4 (Scott *et al.* 1989). Los autores también encontraron que a igual duración de inundación la reducción de rendimiento fue mayor en suelo arcilloso a V4 que en suelo arenoso a R2.

Douglas *et al.* (2010), encontraron que mientras en suelos arenosos los rendimientos no se vieron afectados hasta 4 días después de inundados, en suelos con mayor tenor en arcilla ya a partir del día 2 disminuían significativamente su rendimiento, por lo cual suelos arenosos son capaces de soportar mayores periodos de anegamiento.

Griffin *et al.* (1988), encontraron pérdidas en el rendimiento de 300, 800 y 1350 kg/ha, cuando el cultivo pasaba de 1 a 8 días de inundado, en V6, R2 y R2+R5 respectivamente, para niveles de rendimiento de 3000 kg/ha promedio.

El efecto de la inundación sobre los componentes de rendimiento diferirá del estadio fenológico en que ocurra (Sullivan *et al.* 2001). Según Linkemer *et al.* 1998, inundaciones en V2 afectan al número de ramificaciones, en R1 al número de vainas por nudo reproductivo y en R5 el tamaño de grano.

Shannon *et al.* citados por Douglas *et al.* (2010), en un estudio de cultivares, encontraron que el rendimiento de todos los cultivares probados había sido reducido cuando se inundaron en R1. Aquellos que eran los más tolerantes las reducciones fueron del 39% y los más susceptibles las pérdidas fueron del 77%. Todos los cultivares son afectados por el anegamiento, pero la magnitud del impacto es diferente, por tanto debemos de hablar de tolerancia al anegamiento.

En un estudio donde se evaluaron distintas zonas de chacras comerciales que fueron delimitadas y discriminadas por zona drenada y no drenada, se vieron diferencias de rendimiento de 900 kg/ha a favor de las zonas drenadas (Linkemer *et al.* 1998).

CONCLUSIONES

Los daños por anegamiento pueden causar grandes pérdidas en el rendimiento de soja que pueden hacer la diferencia en la viabilidad del cultivo en rotación con arroz.

La sistematización de la chacra, incluyendo construcción de drenajes capaces de evacuar el agua en menos de 48 hs es una práctica de manejo que permitiría disminuir el riesgo de la soja en estos ambientes.

El uso de cultivares tolerantes al anegamiento con adaptabilidad local, también es una alternativa de manejo que podría tener impacto

El conocimiento del suelo y su textura es importante, ya que los tiempos de respuesta son diferentes si es un suelo arenoso o uno arcilloso.

Si bien estos sistemas tienen las limitaciones ya mencionadas, haciendo un manejo defensivo que considere como principal limitante la dinámica de agua en la chacra, se pueden obtener niveles de rendimientos aceptables.

El productor arrocero tiene una vasta experiencia en cómo regar su cultivo, si bien no existe mucha información generada para el riego en el cultivo de soja, pensar en regar oportunamente puede ayudar a disminuir aún más el riesgo en estos sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

DOUGLAS, M; STEVENS, G; SHANNON, G; WRATHER, A; SLEPER, D. 2010. Yield and nutritional responses to waterlogging of soybean cultivars. *Irrig Sci* 28:135-142.

FEHR, W.R; CAVINESS, C.E; BURMOOD, D.T; PENNINGTON, J.S. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci* 11:929–931.

GIMENEZ, L. 2014. Efecto de las deficiencias hídricas en diferentes etapas de desarrollo sobre el rendimiento en soja. *Agrociencia Uruguay*. 18: 1:53-64.

GRIFFIN, J.L; HABETZ, R.J; REGAN, R.P. 1988. Flood irrigation of soybeans in Southwest Louisiana. *La Agric Experiment Stn Bull* 795.

LINKEMER, G; BOARD, J.E; MUSGRAVE, M.E. 1998. Waterlogging effects on growth and yield components in late-planted soybean. *Crop Sci* 38:1576–1584

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

SALLAM, A; SCOTT, H. 1987. Effects of prolonged flooding on soybeans during early vegetative growth. *Soil Sci* 144:61–66.

SCOTT, H.D; J. DeAngulo; M.B. Daniels; L.S. Wood. 1989. Flood duration effects on soybean growth and yield. *Agron. J.* 81:631–636.

SULLIVAN, M; VAN TOAI, T; FAUSEY, N; BEUERLEIN, J; PARKINSON, R; SOBOYEJO, A. 2001. Evaluating on-farm flooding impacts on soybean. *Crop Sci* 41:93–100.

COMPORTAMIENTO AGRÓNOMICO DE GRUPOS DE MADUREZ CONTRASTANTES DE SOJA EN SUELOS ARROCEROS DEL ESTE

I. Macedo¹, J. Castillo², F. Bonilla³, T. Lucas⁴, R. Amaral⁵, A. Bordagorri⁶, J. Terra⁷,

PALABRAS CLAVE: rendimiento, fisiología, rotación arroz-soja.

1. INTRODUCCIÓN

La rotación arroz-pasturas tiene ventajas productivas, económicas y ambientales (Deambrosi, 2009). Sin embargo, el deterioro de los márgenes del arroz en los últimos años ha llevado a incorporar la soja a la rotación. 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 las 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.

El objetivo de esta red experimental fue evaluar el comportamiento agronómico y productivo de algunos grupos de madurez contrastantes de soja utilizados a nivel productivo en distintos suelos arroceros de la región Este.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos se realizaron durante dos zafas, 2012-13 (Terra *et al.* 2013) y 2013-14 sobre chacras comerciales ubicadas en 3 localidades: Rincón, La Charqueada e India Muerta. En la última zafa se perdió el sitio de India Muerta a causa de los excesos hídricos.

En cada sitio se instaló un experimento (3-8 diciembre) evaluando 6 cultivares de grupos de madurez (GM) contrastante: Nidera 5009, Nidera 5909, Don Mario 6.2i, Don Mario 6.8i Don Mario 6262 ipro y un cultivar con tolerancia a excesos hídricos Tecirga 6070rr aportado por Fadisol. En uno de los sitios por interés del productor se adicionó el cultivar Syngenta 1163. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en cada localidad. Los cultivares se sembraron en parcelas de 7,5-m de ancho y 25-m de largo con 2 repeticiones en cada localidad.

Se sembró una población objetivo de 350.000 pl/ha mediante una sembradora con sistema de distribución de semilla de placas y 6 líneas a 40 cm entre hileras. Se fertilizó con el criterio de asegurar los niveles críticos de P y K mas los niveles de absorción para un rinde objetivo de 4000 kg/ha. El P fue aplicado 50% en línea y 50% al voleo, mientras que el K fue aplicado al voleo sobre la superficie. El manejo del cultivo, preparación de suelos, drenaje y control de malezas, plagas y enfermedades fue realizado en base al manejo comercial de la chacra.

Se cuantificó la recuperación de plantas luego de emergencia, estado fenológico durante el ciclo del cultivo, plantas a cosecha, componentes de rendimiento, chauchas/planta, granos/chaucha y peso de mil granos (P.M.G) y rendimiento realizado con cosechadora comercial (10 hileras x 25 m). Las respuestas agronómicas fueron evaluadas con modelos mixtos. Los sitios, los GM, y sus interacciones fueron considerados como efectos fijos, mientras que los bloques fueron considerados como efectos aleatorios. Para determinar la significancia estadística de los efectos fijos en todos los análisis se utilizó un test F con un P=0.05.

¹ Ing. Agr., INIA Programa Sustentabilidad Ambiental. imacedo@tyt.inia.org.uy

² Ing. Agr., INIA Programa Arroz. jcastillo@tyt.inia.org.uy

³ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto. fbonillacedrez@gmail.com

⁴ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto. tiliolupe2323@hotmail.com

⁵ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto. rodrigo@marconnocampo.com.br

⁶ Téc. Agrop. INIA

⁷ Ph.D., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. jterra@tyt.inia.org.uy

Adicionalmente se realizó un análisis conjunto de ambas zafras. Las fechas de siembra para el año uno fueron el 17 y 18 de noviembre para Rincón y Charqueada respectivamente. Para el mismo se juntaron las dos localidades que se repetían en ambas zafras (Rincón y Charqueada) y también se juntaron los tratamientos de grupos de madurez que coincidían en ambos años (A5009, A5909, DM 6.2i, DM 6.8i). En el modelo estadístico los tratamientos de grupos de madurez, el sitio, el año y sus interacciones fueron definidos como efectos fijos mientras que el bloque fue definido como efecto aleatorio. La separación de medias fue realizada según test LSD Fisher al 5%.

3. RESULTADOS

A diferencia de la primera zafra (Terra et al., 2013), no existieron diferencias significativas entre los grupos de madurez (Cuadro1).

Cuadro 1. ANAVAs de efectos del sitio y grupos de madurez sobre la productividad de soja y los componentes de rendimiento Zafra 2013-14

Efecto	Rendimiento	pl/m ²	Chauchas/pl	Granos/chauchas	P.M.G	N°Granos/m ²
	-----p-valor-----					
Sitio	ns	0,0187	ns	ns	ns	ns
GM	ns	ns	ns	0,0038	0,0288	ns
Sitio*GM	ns	0,0390	ns	ns	ns	ns

Se evaluó el comportamiento productivo de TECIRGA 6070RR y DM 6262 ipro vs el promedio (2308 kg/ha) de A5009, A5909, DM 6.2i y DM 6.8i, para comparar el efecto de un cultivar con tolerancia a excesos hídricos y de otro de segunda generación (Bt y RR2). En estas condiciones se encontró que hubo una diferencia de un 20% (p=0,04) en productividad a favor del cultivar TECIRGA 6070RR (Figura 1), esta diferencia podría estar atribuida a la tolerancia a excesos hídricos que presenta esta variedad (Lange et. al., 2013), ya que a fines de enero y principios de febrero existieron condiciones de anegamiento. En el caso del cultivar de segunda generación (DM 6262 ipro) no se encontraron diferencias a favor de este (p=0,80).

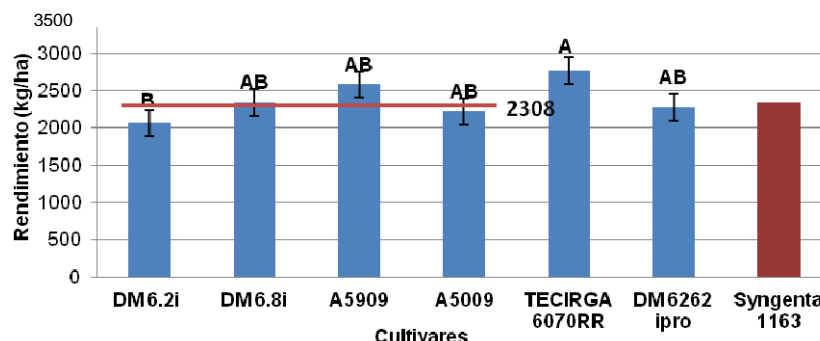


Figura 1. Efecto de los cultivares sobre el rendimiento en soja en dos sitios (zafra 2013-14). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre rendimiento (p=0,10)

El análisis conjunto de los dos años muestra que no se encontraron diferencias de rendimiento para los grupos de madurez. Las fuentes de variación que si generaron diferencias en el rendimientos, fueron el sitio, el año y las interacciones Sitio*Año y Año*GM (Cuadro 2).

Los mayores rendimientos fueron observados en Charqueada (3482 kg/ha) respecto a Rincón (2995 kg/ha). Este promedio está influenciado por el rendimiento de 2012-13 en esa localidad (4786 kg/ha) (Cuadro 3) reflejando las excelentes condiciones climáticas de esa zafra para ese sitio (Terra et al. 2013). Para la zafra 2013-14 no existieron diferencias entre sitios. Cuando se analizaron los componentes de rendimiento en el caso del sitio, el único que fue estadísticamente significativo fueron los granos/chauchas que fueron mayores en la localidad de Rincón (1,87 vs 1,72 granos/chauchas). Si bien el resto de los componentes no fueron significativos, todos ellos fueron superiores en la localidad de charqueada, lo que la sumatoria de estos podría explicar las diferencias en rendimiento a favor de esta localidad.

La productividad se vio más afectada por el año que por los cultivares (Figura 2), el 74% de la variabilidad en los rendimientos estuvo explicada por la zafra, mientras que los cultivares explicaron un 0,35%

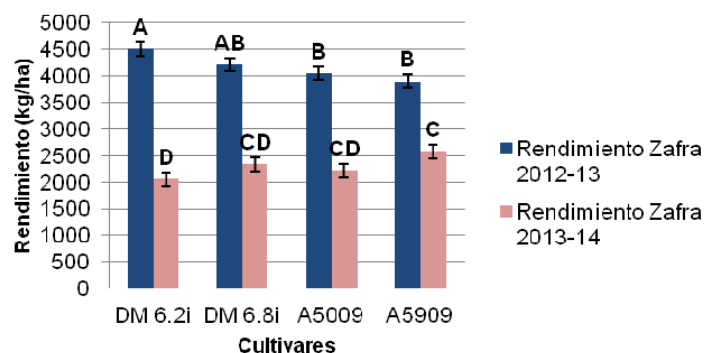
Las diferencias en rendimiento entre el cultivar que rindió mas y el que rindió menos fueron de 600 y 500 kg/ha para la zafra 2012-13 y 2013-14 respectivamente, no manteniéndose en ambos años la misma variedad con el mejor rendimiento.

Cuadro 2. ANAVAs de los efectos del sitio, el año y los grupos de madurez sobre la productividad de soja y los componentes de rendimiento para las dos zafras.

Efecto	Rendimiento	pl/m ²	Chauchas/pl	Granos/chauchas	P.M.G	N°Granos/m ²
-----p-valor-----						
Sitio	0,0001	ns	ns	0,0168	ns	ns
Año	<.0001	ns	ns	<.0001	0,0032	ns
GM	ns	ns	ns	0,0268	ns	ns
Sitio*Año	<.0001	ns	ns	ns	0,0209	ns
Sitio* GM	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Año* GM	0,0059	ns	ns	ns	ns	ns
Sitio*Año* GM	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Cuadro 3. Efecto del rendimiento según la interacción Sitio*Año.

Sitio*Año	Rendimiento(kg/ha)
Charqueada12-13	4786A
Rincón12-13	3552B
Rincón13-14	2438C
Charqueada13-14	2177C


 Figura 2. Efecto de los cultivares sobre el rendimiento en soja en dos sitios (zafra 2012-13 y zafra 2013-14). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre rendimiento ($p=0,05$).

4. CONCLUSIONES

El uso de cultivares tolerantes a excesos hídricos puede ser una estrategia que nos permita mitigar pérdidas en productividad en años donde se den condiciones de anegamiento.

La identificación y eventualmente la selección de materiales con estas características adaptados a estos ambientes puede ser una línea de trabajo promisoría.

No existió ningún cultivar que sobresaliera cuando se analizaron los dos años en conjunto, el uso de más de un cultivar con el fin de desfazar periodos críticos es una práctica de manejo recomendable a utilizar para disminuir riesgos.

5. BIBLIOGRAFÍA

BORU, G., T. VANTOAJ, J. ALVES, D. HUA, and M. KNEE. 2003. Responses of Soybean to Oxygen Deficiency and Elevated Root-zone CO₂ 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.

LANGE, E. C; VEDELAGO, A; STECKLING, C; ROVERSI, T. 2013. Nova cultivar de soja TECIRGA 6070 RR desenvolvida para o cultivo em solos arrozeiros gaúchos. [En línea]. En: Congreso brasileiro de Arroz Irrigado, 8. Santa María, RS. Cbai. Consultaop 26/7/2014. Disponible en: <http://www.cbai2013.com.br/docs/trab-5291-196.pdf>

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.

TERRA, J; CASTILLO, J; BONILLA, F; AMARAL, R; LUCAS, T, BORDAGORRI, A. 2013. Comportamiento agronómico de grupos de madurez contrastantes de soja en suelos arroceros del este. *Actividad de Difusión* 713. INIA Treinta y Tres Cap. 9, p.4-6.

AJUSTES A LA POBLACIÓN DEL CULTIVO DE SOJA EN SUELOS ARROCEROS

I. Macedo¹, J. Castillo², T. Lucas³, F. Bonilla⁴, R. Amaral⁵, J. A. Terra⁶

PALABRAS CLAVE: plasticidad, compensación, anegamiento.

1. INTRODUCCIÓN

Las poblaciones utilizadas en el cultivo de soja en Uruguay están influenciadas por la información generada en Argentina. En esos ambientes es frecuente el manejo de altas poblaciones (360 mil – 500 mil pl/ha) (Díaz-Zorita *et al.* 2004) debido a la aptitud agrícola de los suelos y su capacidad de almacenamiento de agua y disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, la información de RS-Brasil muestra mejores resultados utilizando poblaciones menores, en torno a 200 mil -250 mil pl/ha (Amaral R., *com pers.*), debido al tipo de suelos presente. La densidad de plantas óptima es aquella que: 1) Permite un buen crecimiento evitando el vuelco (plantas con tallos no muy finos y un sistema radicular bien desarrollado). 2) Reduce la incidencia de enfermedades, malezas y plagas. 3) Asegura una adecuada altura de inserción de las vainas inferiores para facilitar la cosecha y evitar pérdidas (García *et al.* 2009). También es manifestado que no todos los cultivares responden de igual modo a la modificación de la densidad de siembra; cada uno presenta una densidad óptima en función de las condiciones ambientales.

Con la llegada de la soja en suelos arroceros se plantea la duda sobre la población a utilizar, considerando la relativa baja capacidad de almacenaje de agua y problemas de drenaje de estos suelos. En tal sentido, explorar poblaciones considerando los rangos recomendados en situaciones contrastantes como las de los países vecinos y la propia uruguaya permitirá tener información de esta especie en las condiciones locales.

El objetivo de este trabajo fue contrastar el comportamiento agronómico y productivo de 4 poblaciones y dos espaciamientos entre hileras en una red de experimentos regionales en la zafra 2012-13 y 2013-14.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante dos zafras, se instalaron experimentos de poblaciones y espaciamiento entre hileras en tres ambientes típicos de la zona arrocera este del país: India Muerta, Charqueada, Rincón. La información sobre la zafra 2012-13 fue presentada en la anterior publicación (Terra *et al.*, 2013). En 2013-14 el sitio de India Muerta se perdió a causa de los excesos hídricos ocurridos a fines de enero y principios de febrero. Las fechas de siembra de la última zafra fueron el 3 de diciembre y 8 de diciembre del 2013 para Rincón y Charqueada respectivamente, utilizando el cultivar Nidera 5909. Se evaluaron 4 poblaciones: 15, 25, 35 y 45 plantas/m² (pl/m²) utilizando un sistema de distribución a placas, a una distancia entre hileras de 0,40m. En forma adicional se sumo otro tratamiento de 30 plantas/m² pero con un espaciamiento entre hileras de 0,20m. La superficie de cada parcela fue de 7,5 x 25 m.

La fertilización de los experimentos fue con el criterio de asegurar niveles de nutrientes para altos rendimientos por lo que se elevaron los contenidos de P y K hasta los niveles críticos del cultivo más los kg de estos nutrientes extraídos por una soja de 4000 kg/ha. El manejo general desde emergencia hasta pre cosecha fue el realizado por el productor. La cosecha de los tratamientos se realizó con trilladora comercial siendo la superficie recolectada de 100 m².

Las determinaciones realizadas fueron fenología durante el desarrollo del cultivo y a cosecha rendimiento en grano y componentes del rendimiento.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 2 repeticiones por localidad. Las respuestas agronómicas fueron realizadas utilizando modelos mixtos del paquete estadístico Infostat. En el modelo estadístico los tratamientos de poblaciones y espaciamiento, el sitio y la interacción de ambos fueron definidos como efectos fijos mientras que el bloque fue definido como efecto aleatorio. La separación de medias fue realizada según test LSD Fisher al 5%.

¹ Ing. Agr., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. imacedo@tyt.inia.org.uy

² Ing. Agr., INIA. Programa Arroz. jcastillo@tyt.inia.org.uy

³ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, tillolupe2323@hotmail.com

⁴ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, fbonillacedrez@gmail.com

⁵ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, rodrigo@marconnocampo.com.br

⁶ Ph.D, INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. jterra@tyt.inia.org.uy

Adicionalmente se realizó un análisis conjunto de las dos zafras, 2012-13 y 2013-14, las fechas de siembra para el año uno fueron el 17 y 18 de noviembre para Rincón y Charqueada respectivamente. Para el mismo se juntaron las dos localidades que se repetían en ambas zafras (Rincón y Charqueada) y también se juntaron los tratamientos de poblaciones que coincidían en ambos años (25, 35 y 45 pl/m²). En el modelo estadístico los tratamientos de poblaciones, el sitio, el año y sus interacciones fueron definidos como efectos fijos mientras que el bloque fue definido como efecto aleatorio. La separación de medias fue realizada según test LSD Fisher al 5%.

3. RESULTADOS

A diferencia de la primera zafra, se observaron efectos significativos de las poblaciones sobre el rendimiento y algunos de los componentes de rendimiento (Cuadro 1). La población de plantas afectó las pl/m² a cosecha, las chauchas/pl y el peso de mil granos (PMG).

Cuadro 1. ANAVAs de efectos del sitio y la población sobre la productividad de soja y los componentes de rendimiento (zafra 2013-14).

Efecto	Rendimiento	pl/m ²	Chauchas/pl	Granos/chauchas	P.M.G	N°Granos/m ²
-----p-valor-----						
Sitio	ns	<,0001	0,0414	0,0011	ns	ns
Poblaciones	0,0104	<,0001	0,0002	ns	0,0361	ns
Sitio* Poblaciones	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Se observó una reducción de 33 % en el rendimiento de los tratamientos de menor población (15 y 25 pl/m²) respecto a los de 35 y 45 pl/m². La población de 30 pl/m² a 20 cm tuvo un rendimiento similar al de las densidades altas (Figura 1).

Dentro del rango de 35-45 pl/m² (también 30 a 20 cm), el cultivo para las condiciones de este año tuvo la capacidad de compensar. Sin embargo, aquellas poblaciones más bajas, a pesar de presentar mayor cantidad de chauchas/pl y PMG, no alcanzó para que igualaran en rendimiento a poblaciones mayores.

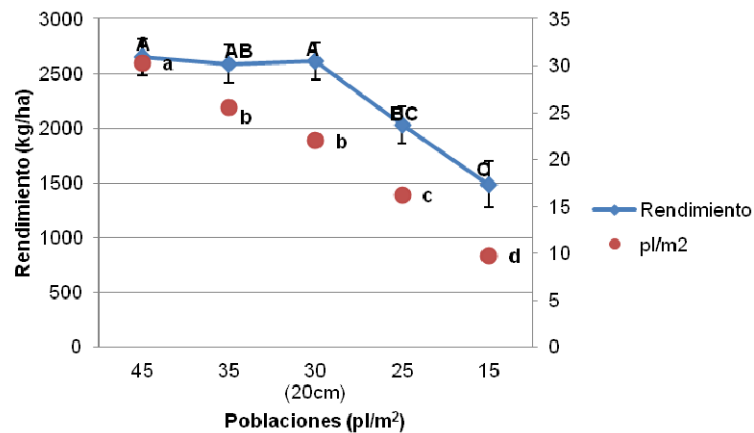


Figura 1. Efecto de la población objetivo sobre el rendimiento de soja y la recuperación de plantas del cultivo en dos sitios (zafra 2013-14). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre rendimiento ($p=0,05$), letras minúsculas distintas indican diferencias entre pl/m² ($p=0,05$).

En general, los efectos del sitio y del año tuvieron mayor impacto en el rendimiento que las poblaciones contrastadas (Cuadro 2). De todas formas existió una tendencia ($p= 0,06$) de las poblaciones sobre el rendimiento. Además fueron significativas las interacciones Sitio*Año y Año*Poblaciones.

Las pl/m² obtenidas fue el componente de rendimiento que explicaron las diferencias productivas a favor de del sitio de Charqueada respecto a Rincón. En el caso del año, si bien tanto las chauchas/pl y el PMG fueron significativos, el PMG fue el componente que explicó el mayor rendimiento para la zafra 2012-13 comparado con la 2013-14 (149 g vs 139 g, respectivamente).

En promedio, se obtuvo mayor rendimiento en Charqueada (3482 kg/ha) que en Rincón (3112 kg/ha). Esto en parte podría estar explicado por las mejores condiciones climáticas de la primera zafra, principalmente en ese sitio (Terra *et.al.* 2013) donde se obtuvieron rendimientos promedio de 4567 kg/ha. Esto lo podría confirmar la interacción Sitio*Año donde para el año dos no existieron diferencias significativas entre sitios. La productividad de la zafra 2013-14 (2425 kg/ha) fue un 42 % menor respecto a la zafra 2012-13.

Cuadro 2. ANAVAs de los efectos del sitio, el año y la población sobre la productividad de soja y los componentes de rendimiento para las dos zafras.

Efecto	Rendimiento	pl/m ²	Chauchas/pl	Granos/chauchas	P.M.G	N°Granos/m ²
-----p-valor-----						
Sitio	0,0015	0,0029	ns	0,0080	ns	ns
Año	<,0001	ns	0,0034	ns	0,0066	ns
Poblaciones	ns	<,0001	0,0048	ns	ns	ns
Sitio*Año	0,0005	0,0047	0,0081	ns	ns	ns
Sitio* Poblaciones	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Año* Poblaciones	0,0119	ns	ns	ns	0,0040	ns
Sitio*Año*Poblaciones	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Si bien las poblaciones logradas para los sitios de Charqueada y Rincon fueron similares en ambas zafras, los impactos de las poblaciones sobre la productividad fueron diferentes (Fig. 2). Mientras que las buenas condiciones climáticas de la zafra 2012-13 permitieron que se expresara la capacidad compensatoria del cultivo en todo el rango de poblaciones, no ocurrió lo mismo en la zafra con excesos hídricos en la población más baja.

Si bien no existieron diferencias en cuanto al número de plantas obtenidas entre años, las condiciones climáticas avanzado el ciclo del cultivo (menor radiación y excesos de precipitaciones) no permitieron que bajas poblaciones pudieran compensar y obtener rendimientos similares a los tratamientos de 350 y 450 mil pl/ha.

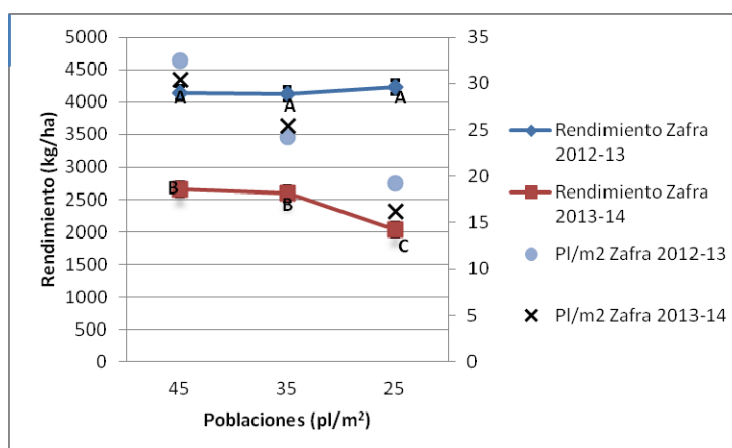


Figura 2. Efecto de la población objetivo sobre el rendimiento de soja y la recuperación de plantas del cultivo en dos sitios (zafra 2013-14 y zafra 2013-14). Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre rendimiento (p=0,05)

4. CONCLUSIONES

Para los suelos y condiciones climáticas bajo los cuales se condujeron los trabajos, poblaciones en torno a las 35 pl/m² serían las recomendables para estos ambientes. Esta densidad de plantas es similar a la manejada en otras regiones del país con suelos de mayor aptitud agrícola.

En el año con excesos hídricos, el cultivo fue afectado y las poblaciones bajas de 15 y 25 pl/m² tuvieron rendimientos menores que las poblaciones de 35 y 45 pl/m². Por otro lado, poblaciones altas de 45 pl/m², podrían afectar el rendimiento en años con periodos de déficit hídrico que no fueron observados en este trabajo.

5. BIBLIOGRAFÍA

DÍAZ-ZORITA, M.; DUARTE, A.G. 2004. Manual práctico para la producción de soja. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 256 p.

GARCÍA, F.O; CIAMPITTI, I.A; BAIGORRI, H. 2009. Manual del cultivo de soja. 1a ed. - Buenos Aires: International Plant Nutrition Institute. 180 p.

TERRA, J; CASTILLO, J; BONILLA, F; AMARAL, R; LUCAS, T, BORDAGORRI, A. 2013. Comportamiento agronómico de grupos de madurez contrastantes de soja en suelos arroceros del este. Actividad de Difusión 713. INIA Treinta y Tres Cap. 9, p.4-6.

TERRA, J; CASTILLO, J; BONILLA, F; AMARAL, R; LUCAS, T. 2013. Ajustes a la población y distribución del cultivo de soja en suelos arroceros. Actividad de Difusión 713. INIA Treinta y Tres Cap. 9, p.1-3.

RESPUESTA DE SOJA A LA FERTILIZACIÓN CON MACRO Y MICRONUTRIENTES¹

A.Núñez¹, A. García Lamothe², J. Sawchik³

PALABRAS CLAVE: brecha nutricional; eficiencia del fertilizante; extracción de nutrientes

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. Para esto es necesario identificar cuáles son los principales factores limitantes del rendimiento y cuantificar la respuesta a mejores prácticas de manejo. De acuerdo con van Ittersum y Rabbinge (1997) los factores limitantes del rendimiento son el agua y los nutrientes, ya que en condiciones de suministro limitado causan una disminución en la tasa de crecimiento de las plantas. Si la disponibilidad de estos factores es menor a la requerida por el cultivo el rendimiento alcanzado será menor al potencial para esas condiciones de producción, generándose una brecha de rendimiento. La brecha de producción debida a los factores limitantes es una combinación de la brecha nutricional y la brecha por deficiencias de agua (Salvagiotti, 2013). A nivel nacional, si bien en cultivos estivales la disponibilidad hídrica es el principal factor limitante de los rendimientos (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).

En un relevamiento de 178 chacras comerciales de soja, Bordoli *et al.* (2012) tomaron muestras de plantas en estado R1-R2 encontrando situaciones donde las concentraciones de nutrientes estaban por debajo de los niveles críticos sugeridos en la literatura. Los nutrientes con mayor probabilidad de estar limitando el rendimiento fueron fósforo, potasio y nitrógeno, con concentraciones por debajo del nivel crítico en el 42, 39 y 13 % de las situaciones evaluadas respectivamente. Otros nutrientes como azufre, magnesio, calcio y micronutrientes (Cu, Fe, Mn y Zn) presentaron concentraciones iguales o mayores a los niveles críticos considerados, por lo que su deficiencia no fue evidente en el análisis de hoja (Bordoli *et al.* 2012). García Lamothe (2012) sí encontró respuesta a la fertilización con hierro en condiciones de suelos con pH alto (7,6) y presencia de carbonato. A partir de esta información, parece claro que en algunas condiciones de producción la nutrición del cultivo debe ser mejorada. Si bien existe información nacional sobre los niveles críticos de los macronutrientes principales (Barbazán *et al.* 2011; García Lamothe, 2011; Morón, 2005) el conocimiento sobre la importancia relativa de cada nutriente en el rendimiento es aún insuficiente.

Nuestra hipótesis de trabajo es que en las situaciones donde la nutrición de los cultivos está limitando los rendimientos un mejor manejo de la fertilización lograría cubrir esa brecha nutricional. Los objetivos fueron identificar situaciones donde la nutrición está siendo un factor limitante del rendimiento y estimar la importancia relativa de cada nutriente. En este trabajo se presentan resultados preliminares de dos años de investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 2012 y 2013 se instalaron 15 experimentos de respuesta a macro y micronutrientes en chacras comerciales de los departamentos de Soriano, Río Negro y Colonia, además de dos sitios en la zona este durante el 2013. Las medidas de manejo general del cultivo fueron las realizadas por cada productor para toda la chacra. En el cuadro 1 se presentan las principales características de los sitios experimentales. De los sitios estudiados, tres correspondieron a cultivos de soja de segunda (Sitios 5, 7 y 14) mientras que el resto fueron todas sojas de primera. Los sitios 16 y 17 corresponden a experimentos contiguos que se diferenciaron en el uso del agua, el experimento del sitio 16 se regó mientras que el sitio 17 fue un experimento de secano.

¹ Trabajo presentado en el Congreso Uruguayo de Suelos 2014
VI Encuentro de la SUCS. 6 al 8 de Agosto de 2014. Colonia, Uruguay

¹ Ing. Agr. INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. anunez@inia.org.uy

² M. Sc. INIA. Programa Cultivos agarcia@inia.org.uy

³ Ph.D. INIA. Programa Cultivos. jsawchik@inia.org.uy

Cuadro 1. Características generales de los experimentos

Sitio	UM ¹	CONCAT	Antecesor	Variación	Siembra	C org	pH	P disp ²	S-SO ₄	CIC	K int ³
						%		---- mg kg ⁻¹ ----		cmol _c kg ⁻¹	
2012											
1	LC-Ri	10.12	Sj 2 ^a	5909	04/11/2012	1,69	7,1	9,2		28,4	0,51
2	FB	11.6	Sj 2 ^a	DM 6.2	25/10/2012	2,72	5,6	6,1		22,9	0,53
3	FB	11.1	Sj 2 ^a	N 5909	17/11/2012	3,35	7,6	10,0	9,3	23,8	0,82
4	Bq	11.6	Sj 2 ^a	5909	12/11/2012	3,30	5,6	5,9	9,3	33,1	0,70
5	Bq	11.6	Tr			2,78	6,0	7,4	3,3	26,5	0,72
2013											
6	Cn N	10.12				2,25	6,4	12,0	7,1	28,0	0,36
7	Cn N	11.7	Tr			2,18	5,7	19,2	1,9	27,9	0,40
8	FB	11.1	Sj 2 ^a	DM 5.9i	16/11/2013	3,19	6,9	20,6	3,5	20,2	0,61
9	FB	11.1	Sg 2 ^a	DM 6.2i	16/11/2013	2,70	6,1	16,8	5,5	21,4	0,65
10	FB	11.6	Sj 1 ^a	N4990	16/11/2013	2,74	5,9	11,3	3,5	19,3	0,63
11	LC-R	11	Sj 1 ^a	DM 6.8	25/10/2013	4,08	7,0	33,9	3,6	28,2	1,39
12	LC-Ri	11.5	Mz 1 ^a		22/11/2013	3,28	5,7	17,0	4,7	28,5	0,49
13	CC	10.2				3,08	5,7	25,4	4,1		
14	Bq	11.6	Tr	N4990	11/12/2013	3,42	5,8	10,8	1,3	35,3	0,59
15	EP LB	10.6b	Mz 2 ^a	DM 6.2	14/11/2013	3,21	6,5	87,3	12,6	21,4	2,23
16-17	Ve	4.1	Sj 1 ^a	DM 5.9i	18/11/2013	2,24	5,3	5,8	5,2	10,9	0,21
18	RR	3.51	Ar	NA 5909	03/12/2013	1,34	5,5	5,8		--	0,15

¹ Asociación de suelos a escala 1:1 000 000 según Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay

² P disponible determinado por el método Bray I en los sitios 1 a 17 y por Mehlich 1 en el sitio 18

³ K intercambiable determinado con acetato de amonio 1 N a pH 7 en los sitios 1 a 17 y por Mehlich 1 en el sitio 18

La mayoría de los sitios fueron fertilizados por los productores con anticipación a la siembra, en el primer año los sitios 1 a 4 fueron fertilizados con 100 a 130 kg ha⁻¹ de fertilizante SPS (0-20/21-0 + 12 S) en julio de 2012. En el 2013 los sitios 8 a 10 fueron fertilizados con 130 a 170 kg ha⁻¹ de 0-33-0 + 6 S a fines de setiembre, el sitio 11 con 200 kg ha⁻¹ de SPS más 100 kg ha⁻¹ de KCl en agosto, en el sitio 12 se utilizaron 250 kg ha⁻¹ de SPS más 100 kg ha⁻¹ de KCl y 60 kg ha⁻¹ de 10-50-0 en octubre. Los sitios 15 a 18 fueron fertilizados al momento de la siembra, el sitio 15 con 100 kg ha⁻¹ de SPS, los sitios 16 y 17 con 100 kg ha⁻¹ de 9-25/25-25 + 3 S y 50 kg ha⁻¹ de KCl y el sitio 18 con 240 kg ha⁻¹ de 9-25/25-25 + 3 S y 100 kg ha⁻¹ de KCl, siendo el muestreo de suelos de los sitios 16 a 18 previo a la fertilización. Los altos resultados de P Bray en el sitio 15 probablemente sean consecuencia del escaso tiempo entre fertilización y muestreo.

Se instalaron dos tipos de experimentos, uno para explorar la respuesta a la fertilización con macronutrientes y otro para el estudio de micronutrientes. En los experimentos de macronutrientes los tratamientos evaluados fueron: PKS, PK, PS, KS y NPKS, utilizando dosis de 50 kg P₂O₅ ha⁻¹, 94 kg K₂O ha⁻¹ y 19 kg S ha⁻¹. La fertilización nitrogenada en el 2012 se realizó en el momento de la instalación de los experimentos a razón de 200 kg N ha⁻¹, mientras que en el 2013 se fertilizó con 100 kg N ha⁻¹ en el estado R3-R4 (Fehr et al., 1971). En los experimentos del 2013 se agregó además un testigo comercial sin fertilización. Los fertilizantes utilizados fueron superfosfato triple (0-46/47-0), cloruro de potasio (0-0-60) y sulfato de calcio (19 S + 23 Ca); para la aplicación de nitrógeno se utilizó urea (46-0-0) en el 2012 y UAN (32-0-0) en el 2013.

Los micronutrientes fueron evaluados sobre la base de fertilización con PKS para evitar deficiencias de otros nutrientes, realizando dos aplicaciones foliares en los estados V6-V7 y R2-R3. Se utilizaron productos comerciales de la empresa Stoller evaluando, en función del año y del sitio: M. Plus (3 L ha⁻¹: 10 % N, 4 % P, 6 % K, 1 % S, 1 % Mg, 0,5 % B, 4 % Zn, 2 % Mn, 0,05 % Mo), Zn (1 L ha⁻¹: 7 % Zn, 3 % S), Fe (2 L ha⁻¹: 4 % Fe), Mg (1 L ha⁻¹: 4 % Mg, 2 % S), Mn (1 L ha⁻¹: 7 % Mn, 3 % S), CaCl₂ (103 L ha⁻¹), B (1 L ha⁻¹: 10 % B) y Co-Mo (0,25 L ha⁻¹: 6 % Mo, 1 % Co).

Al momento de la instalación de los experimentos (cultivos en estado V1-V2) se tomaron muestras de suelo de cada sitio a 15 cm de profundidad para su análisis físico-químico. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Los tratamientos se instalaron en parcelas de 2,5 m de ancho por 8-10 m de largo, cosechando tres o cuatro surcos centrales con cosechadora experimental (ancho operativo 1,5 m). Se evaluó la respuesta a la fertilización en el rendimiento (corregido al 13 % de humedad), vainas por planta, peso de los granos y extracción de nutrientes. Se realizó el análisis de la varianza para cada sitio y para todos los sitios dentro de cada año, calculándose la diferencia mínima significativa (p < 0,05) cuando el efecto de los tratamientos fue

significativo al 5 %. El efecto de la fertilización nitrogenada se estudió a partir del contraste entre los tratamientos PKS y NPKS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fertilización con macronutrientes tuvo efecto significativo sobre el rendimiento del cultivo de soja en siete de los 17 experimentos evaluados (Cuadro 2). En dos de los cinco experimentos instalados durante el 2012 existió efecto significativo de la fertilización sobre el rendimiento del cultivo (Sitios 2 y 3). En el sitio 2 el rendimiento del tratamiento PKS fue mayor que el rendimiento del tratamiento KS ($p < 0,05$), lo que demuestra el efecto positivo del P. La deficiencia de P en este sitio era esperable ya que el nivel de P disponible ($6,1 \text{ mg kg}^{-1}$) era inferior al nivel crítico estimado por Morón (2005) de $10-12 \text{ mg kg}^{-1}$. En el sitio 3, si bien el nivel de P Bray estaba dentro del rango recomendado (10 mg kg^{-1}) existió una tendencia a que las diferencias entre tratamientos se debieran también al efecto del P ($p < 0,10$). En estos sitios con la fertilización fosforada el rendimiento en grano aumentó aproximadamente 6 %, logrando una eficiencia agronómica de 3-4 kg grano por kg de P_2O_5 . Sin embargo, otros sitios con niveles de P por debajo del nivel crítico recomendado no presentaron respuesta a la fertilización. No hubo efecto significativo de la fertilización potásica en ningún caso, esperable porque los contenidos de K intercambiable estuvieron por encima del nivel crítico de $0,34 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ estimado por Barbazán et al. (2011). El análisis conjunto de los cinco experimentos del año 2012 no mostró un efecto significativo de los tratamientos en el rendimiento del cultivo.

Cuadro 2. Efecto de la fertilización con macronutrientes en el rendimiento de soja

Año	Sitio	Rendimiento según tratamiento						Estadística		
		PKS	PK	PS	KS	NPKS	Testigo	Tmto	N	DMS _{0,05}
		----- kg ha ⁻¹ -----						---- p-valor ----		
2012	1	3700	3880	3824	3926	3748	-	0,67	0,78	--
	2	2664	2614	2652	2510	2460	-	0,03	<0,01	144
	3	3818	3766	3857	3606	3943	-	0,05	0,23	214
	4	3004	3046	3015	3095	3064	-	0,96	0,66	--
	5	2505	2711	2489	2476	2459	-	0,60	0,82	--
	Media	3138	3203	3168	3122	3135	-	0,65	0,96	--
2013	6	3364	3889	3400	3739	3735	3509	0,01	0,04	332
	7	3491	2947	3263	3111	3140	3071	0,60	0,34	--
	8	4106	4314	4318	4052	4523	4233	0,46	0,13	--
	9	3898	4069	4399	4067	2653	4307	<0,01	<0,01	224
	10	2888	2980	3480	2868	3010	3238	0,10	0,61	--
	11	4524	4166	4568	4270	4275	4745	0,28	0,37	--
	12	4208	4296	4137	4184	4479	4034	0,19	0,12	--
	13	3605	3498	3740	3621	3918	3655	0,63	0,21	--
	14	2837	2710	2817	2904	3056	2381	<0,01	0,07	240
	15	3042	2978	3661	3212	3525	1985	0,01	0,19	765
	16	3726	3597	3612	3715	3468	2998	0,04	0,28	483
	17	3567	3648	3675	3512	3671	3523	0,71	0,46	--

El análisis conjunto de todos los sitios del 2013 mostró un efecto significativo de la interacción sitio*tratamiento ($p < 0,01$) evidenciando que la respuesta a la fertilización fue dependiente del ambiente. El análisis de la varianza individual para cada sitio mostró un efecto significativo de los tratamientos de fertilización en cinco sitios (sitios 6, 9, 14, 15 y 16). A diferencia de lo ocurrido en el 2012, en estos experimentos no es tan claro cuál fue el nutriente limitante. En el sitio 6 la fertilización con PK aumentó los rendimientos en comparación con el testigo, pero los demás tratamientos (incluido PKS) no se diferenciaron del manejo del productor. El mayor rendimiento del tratamiento PK estuvo explicado principalmente por un mayor peso de granos en comparación con el testigo (Cuadro 3). Si bien el contenido de K intercambiable de este sitio fue similar al nivel crítico, la saturación de K de la CIC ($\text{K/CIC} = 1,3 \%$) fue menor a la recomendada de 2-5 % (Fontanetto et al. 2011) lo que sugiere un posible desbalance entre las bases.

En el sitio 9, con $0,65 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de K int, los tratamientos con agregado de K rindieron menos que los tratamientos sin este nutriente (PS y testigo). Si bien en cultivos de invierno se han reportado efectos negativos del agregado de K en suelos con alto contenido de K int (García Lamothe y Quincke, 2012) esto ha sido en suelos con valores más altos ($> 1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Además, en nuestro trabajo existieron otros sitios con mayores valores de K int donde no se evidenció un efecto negativo de la fertilización con

este nutriente. La relación de bases en este sitio (88 % Ca, 8 % Mg, 3 % K) estuvo dentro de los rangos recomendados por García Lamothe y Quincke (2012) de 75-88 % Ca, 7,5-15 % Mg y 2,5-5 % K. En los sitios restantes (14, 15 y 16) existió un efecto positivo de la fertilización sobre el rendimiento, pero los distintos tratamientos no presentaron diferencias entre sí que permitieran identificar qué nutriente era limitante. Esta respuesta no específica a la fertilización podría deberse a un mejor crecimiento vegetal frente al aumento en la disponibilidad de nutrientes que haya permitido una mejor exploración radicular y mejorado la absorción de otros nutrientes. En el sitio 14, el efecto de la fertilización sobre el rendimiento se explicaría en parte por un mayor peso de granos (tratamientos NPKS y PKS) y por la tendencia ($p = 0,11$) a un menor número de vainas en el tratamiento testigo. En los sitios 15 y 16 no hubo un efecto claro de la fertilización sobre los componentes del rendimiento (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Efecto de la fertilización con macronutrientes sobre el peso de grano en los sitios con respuesta a la fertilización.

Año	Sitio	Peso de grano						Estadística	
		PKS	PK	PS	KS	NPKS	Testigo	Tmto	DMS _{0,05}
		----- mg grano ⁻¹ -----						p-valor	mg grano ⁻¹
2012	2	208	205	218	214	207	--	0,16	--
	3	195	200	200	196	199	--	0,15	--
2013	6	163	166	168	162	153	163	0,01	3,7
	9	187	178	181	184	166	186	<0,01	8,9
	10	137	140	138	135	136	138	0,14	--
	14	165	161	153	163	165	156	<0,01	7,7
	15	180	179	183	179	177	180	0,11	3,6
	16	144	144	144	143	140	143	0,98	--

El efecto de la fertilización nitrogenada fue escaso y variable, con efecto sobre el rendimiento en los sitios 2, 6 y 9 y una tendencia en el sitio 14 ($p = 0,07$). La respuesta negativa en el sitio 2 podría deberse al momento de aplicación del N, que generó plantas con mayor crecimiento vegetativo y probablemente haya afectado el establecimiento de la simbiosis. Un escaso aporte de N a partir de la FBN y baja eficiencia de uso del fertilizante tal vez hayan generado una limitante de N durante el período crítico de crecimiento del cultivo. La probabilidad de lograr un efecto positivo de la fertilización nitrogenada sin afectar la actividad de los nódulos sería mayor con aplicaciones tardías de N (Salvagiotti et al., 2008) motivo por el cual se decidió cambiar la estrategia de fertilización en el 2013. En el sitio 6 existió un efecto positivo de la fertilización sobre el rendimiento, con una eficiencia de 3,7 kg de grano por kilogramo de N aplicado, similar a la tendencia encontrada para el sitio 14 (2,2 kg de grano por kilogramo de N). Estos sitios no tuvieron cultivos de alto potencial de rendimiento ($> 4,5-5 \text{ Mg ha}^{-1}$) que de acuerdo con (Salvagiotti et al., 2008) serían las condiciones donde la respuesta al N es más esperable. En el sitio 9 la fertilización nitrogenada tuvo un efecto negativo sobre el rendimiento, causado por un menor peso de grano que el resto de los tratamientos evaluados (Cuadro 3). En función de los antecedentes revisados no era esperable un efecto negativo del N, y tampoco se observaron diferencias de daño por plagas o enfermedades.

Cuadro 4. Efecto de la fertilización con macronutrientes sobre el número de vainas en los sitios con respuesta a la fertilización.

Año	Sitio	Número de vainas						Estadística	
		PKS	PK	PS	KS	NPKS	Testigo	Tmto	DMS _{0,05}
		----- vainas m ⁻² -----						p-valor	vainas m ⁻²
2012	2	1128	1049	1030	1168	1199	--	0,18	--
	3	1102	1127	843	1050	932	--	<0,01	153
2013	6	935	1062	1138	980	1021	1126	<0,01	128
	9	952	885	1273	1181	924	1019	<0,01	109
	10	1022	837	1008	975	945	952	0,09	119
	14	864	777	931	890	856	766	0,11	--
	15	1028	948	995	1053	930	1098	0,33	--

Si bien el análisis conjunto de los sitios para cada año mostró un efecto significativo de la fertilización con micronutrientes, la respuesta dentro de cada sitio fue muy poco frecuente (Cuadro 5). El efecto significativo de los tratamientos sobre el rendimiento en el año 2012 se explica por un menor rendimiento del tratamiento fertilizado con cloruro de calcio (CaCl_2), lo que estuvo asociado al daño generado en las hojas del cultivo por la aplicación de este producto. Por este motivo, en el año 2013 se decidió probar la fertilización con boro en vez del CaCl_2 . En el año 2013 existió también un efecto significativo de la

fertilización con micronutrientes, siendo el tratamiento “completo” (M. Plus) el que logró los mayores rendimientos. El rendimiento del tratamiento fertilizado con manganeso no se diferenció del M. Plus, mientras que el resto de los nutrientes evaluados generaron rendimientos menores que el tratamiento “completo” (pero iguales al Mn). Parte de la respuesta observada a los micronutrientes podría deberse entonces a este nutriente. En los sitios de la zona este (16 a 18) existió una tendencia de respuesta a la fertilización con micronutrientes, aunque sin diferencias claras que permitan concluir sobre cuáles podrían ser los nutrientes limitantes.

Cuadro 5. Efecto de la fertilización con micronutrientes en el rendimiento de soja.

Año	Sitio	Tratamiento (kg ha ⁻¹)						Estadística		
		M.Plus	Zn	Fe	Mg	Mn	CaCl ₂	Tmto	DMS _{0,05}	
		----- kg ha ⁻¹ -----						p-valor	kg ha ⁻¹	
2012	1	4148	4125	4098	3964	3895	4073	0,68	--	
	2	2694	2624	2763	2488	2730	2487	0,27	--	
	3	3954	3985	4105	4037	4143	3812	0,13	--	
	4	2989	2993	3161	3023	3191	2807	0,26	--	
	5	2672	2909	2851	2843	2769	2549	0,14	--	
	Media	3292	3327	3395	3271	3345	3146	<0,01	133	
		M.Plus	Zn	Fe	Mg	Mn	B			
2013	6	3158	2850	3569	3332	3500	2954	0,04	509	
	7	3494	3388	3380	3646	3399	3409	0,69	--	
	8	4187	3539	4297	3869	4228	3892	0,19	--	
	9	4656	4464	4070	4596	4196	4224	0,26	--	
	10	3261	2945	3040	2824	2974	2963	0,51	--	
	11	3990	3987	3796	3867	4219	4099	0,49	--	
	12	4541	4456	4197	4620	4504	4439	0,77	--	
	13	3830	3465	3679	3553	3225	3524	0,38	--	
	14	3106	2881	2895	2838	2962	2962	0,90	--	
	15	2851	2444	2432	2233	2457	2654	0,31	--	
	Media	3707	3442	3536	3538	3566	3512	0,06	156	
			M.Plus	Zn	Fe	Mg	Mn	Mo		
		16	3566	3759	3805	3271	3896	3531	0,14	--
		17	3702	3976	4183	3759	3523	3827	0,07	--
	18	3336	2959	3070	2768	2631	2970	0,42	--	
	Media	3546	3600	3722	3295	3392	3470	0,08	296	

Para estimar la extracción de macronutrientes por el cultivo se analizó el contenido de N, P, K y S en el grano de cuatro de los tratamientos evaluados (PKS, PK, PS y KS). Los resultados preliminares del año 2012 (todavía no se cuenta con los resultados del 2013) mostraron efecto de la fertilización en la concentración de P y de S en grano ($p < 0,01$). En ambos casos, la menor concentración del nutriente en grano correspondió con el tratamiento de omisión de ese nutriente. En la tabla 6 se presentan los valores de extracción por hectárea de cada nutriente en el grano, los cuales coinciden con las extracciones reportadas por García y Correndo (2013) para N y S, siendo un poco menores nuestros datos de extracción de P (-20 %) y K (-16 %).

Cuadro 6. Extracción de nutrientes en grano.

Nutriente	Extracción de nutrientes				Estadística		
	PKS	PK	PS	KS	Tmto	DMS _{0,05}	
		----- kg ha ⁻¹ -----				p-valor	kg ha ⁻¹
Nitrógeno	169	174	175	173	0,64	--	
Fósforo	13,6	14,3	14,3	13,3	0,04	0,9	
Potasio	44	46	46	45	0,64	--	
Azufre	9,9	9,0	10,1	10,3	0,02	0,7	
Rendimiento ¹	3057	3194	3189	3167			

¹Rendimiento promedio de las parcelas muestreadas para análisis de grano, 3 repeticiones por sitio.

CONCLUSIONES

La fertilización de soja con macronutrientes tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento en siete de 17 experimentos evaluados, logrando en seis de esos sitios aumentar los rendimientos. En dos sitios la brecha nutricional se debió a deficiencias de fósforo, en el resto de los sitios no fue posible identificar un nutriente específico como limitante.

La respuesta a la fertilización nitrogenada fue escasa y variable, por lo que no sería una práctica recomendable para este nivel de rendimientos alcanzables. Para las condiciones evaluadas la disponibilidad de micronutrientes no serían una limitante de importancia para los rendimientos del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Ignacio Macedo, Jesús Castillo y José Terra por el manejo de los sitios del este y a Wilfredo Mesa, Hector Vergara, Gualberto Zoulier, Damián Yanavel y Emiliano Barolín por la ayuda en los trabajos de campo. A Mariana Marchesi, Daniel Melo, Luciano Dabalá (AUSID) y Pedro Sorhouet por la ayuda en la selección de los sitios y a los productores que permitieron instalar los experimentos en sus chacras. A Matías Picca (Stoller) por facilitarnos los micronutrientes.

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.

FEHR WR, CAVINESS CE, BURMOOD DT, PENNINGTON, JS. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine Max* (L.) Merril. *Crop Science*, 11: 929-931.

FONTANETTO H, GAMBAUDO S, KELLER O, ALBRECHT J. 2011. Las mejores prácticas de manejo para los cultivos y sistemas de producción. Avances en la fertilización con calcio, magnesio y potasio en Argentina. En: Garcia F, Correndo A (Eds.) Simposio Fertilidad 2011 IPNI. pp.116-120.

GARCÍA F, CORRENDO A. 2013. Cálculo de requerimientos nutricionales de cultivos extensivos. IPNI Cono Sur. Disponible on-line en: <http://lacs.ipni.net/topic/nutrient-requirements>

GARCÍA LAMOTHE A. 2012. Deficiencias de hierro en soja. *Revista INIA Uruguay*. 30: 28-31.

GARCÍA LAMOTHE A, QUINCKE A. 2012. El potasio en la producción de cultivos de invierno. En: Jornada Cultivos de Invierno INIA La Estanzuela. Serie Actividades de Difusión N° 677. INIA Uruguay [presentación oral].

GARCÍA LAMOTHE A. 2011. Recomendaciones de manejo de la fertilización para soja. *Revista INIA Uruguay*. 26: 53-55.

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.

SALVAGIOTTI F. 2013. ¿Cómo podemos aumentar los rendimientos de soja? La visión desde la nutrición. En: Garcia F, Correndo A (Eds.) Simposio Fertilidad 2013 IPNI. pp. 44-50.

SALVAGIOTTI F, CASSMAN KG, SPECHT JE, WALTERS DT, WEISS A, DOBERMANN A. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: a review. *Field Crops Research*. 108: 1-13.

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.

VAN ITTERSUM MK, RABBINGE R. 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. *Field Crops Research*. 52: 197-208.

FERTILIZACIÓN DE SOJA EN ROTACIÓN CON ARROZ

J. Castillo¹, J. Terra², I. Macedo³, F. Bonilla⁴, T. Lucas⁵, R. Amaral⁶

PALABRAS CLAVE: nivel de suficiencia, balance

1. INTRODUCCIÓN

En términos generales la fertilización del cultivo de soja en Uruguay se basa en el criterio de nivel de suficiencia, existiendo otros enfoques como el de fertilización por balance. En el primer caso se fertiliza hasta un nivel de nutriente en suelo por encima del cual no es esperable encontrar respuesta en rendimiento mientras que la segunda considera aparte del aporte del suelo lo extraído en grano y la expectativa de rendimiento (Macnack *et al.* 2012). Si bien la información nacional disponible corresponde a la fertilización según niveles críticos, ésta no fue generada en suelos típicos arroceros el que presenta particularidades en la dinámica de nutrientes debido a la alternancia entre etapas de anegamiento (arroz) y secado (soja) (Fageria *et al.* 2011).

En el primer año de evaluación se observó que fertilizar por nivel de suficiencia está asociado a menor utilización de fertilizante sin tener impacto negativo en rendimiento cuando se lo comparó con el criterio de fertilización por balance.

El objetivo del trabajo fue comparar ambas filosofías de fertilización combinando micro nutrientes y una fuente calcárea, evaluando el rendimiento en grano y los componentes de rendimiento de diferentes cultivos de soja en suelos en rotación con arroz y en diferentes localidades.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En las zafras 2012/13 y 2013/14 fueron instalados experimentos de fertilización en sitios típicos de la zona arroceros este del país. En cada uno de estos se evaluaron dos estrategias de fertilización: por balance y por nivel de suficiencia, cada una de ellas con y sin agregado de micronutrientes vía foliar y agregado de fertilizante calcáreo al momento de la siembra. La aplicación de los tratamientos foliares de micronutrientes se realizó a V7 y R3. Para el caso de la fertilización por balance se definió una expectativa de rendimiento de 3000 kg ha de soja la zafra 2012/13 y 4000 kg ha en la 2013/14, mientras que para la estrategia de nivel de suficiencia fueron considerados los niveles iniciales de nutrientes en suelo para llegar a niveles críticos de 12 ppm para P cítrico y para K de 0,25 meq/100 gr. En forma exploratoria en la segunda zafra se evaluó la fertilización con 100 kg ha Urea al estadio de R3 acompañando a las 2 filosofías de fertilización (nivel suficiencia y balance). La variedad utilizada en todas las situaciones fue Nidera 5909, definiendo una población para los experimentos de 320 mil plantas/ha. La inoculación fue con doble dosis de la formulación Likuiq Soja + Bioprotector L23. Debido a la pérdida de un sitio experimental se analizarán en conjunto las localidades de Rincón y 2da de Treinta y Tres Las características de cada sitio y zafra se observan en el cuadro 1. Las fechas de siembra de los experimentos fueron el 17/11/12, 18/11/12 y 03/12/13 08/12/13 para Rincón y 2da Treinta y Tres respectivamente.

Exceptuando los tratamientos de fertilización, el manejo general de los experimentos fue el mismo utilizado por los productores en las áreas circundantes a los ensayos.

Las determinaciones realizadas fueron: población lograda, rendimiento a cosecha y componentes de rendimiento.

¹ Ing. Agr., INIA. Programa Arroz, jcastillo@tyt.inia.org.uy

² PhD, INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental, jterra@tyt.inia.org.uy

³ Ing. Agr. INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental, jmacedo@inia.org.uy

⁴ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, fbonillacedrez@gmail.com

⁵ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, tillolupe2323@hotmail.com

⁶ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, rodrigo@marconnocampo.com.br

En cada localidad y en las 2 zafras se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 2 repeticiones por sitio, siendo el tamaño de parcela de 10 m de ancho por 25 de largo. La cosecha fue realizada con cosechadora mecánica siendo el área utilizada para estimación de rendimiento de 400 m².

Cuadro 1. Nivel inicial de nutrientes de cada sitio experimental y recomendaciones de fertilización realizadas.

PARÁMETROS UNIDAD	2 ^{da} T y Tres 2012-13 / 2013-14	Rincón Ramírez 2012-13 / 2013-14
Potasio Int (meq.K/100g)	0,15 / <u>0,18</u>	0,28 / <u>0,18</u>
Magnesio (meq.Mg/100g)	1,1 / <u>2,8</u>	2,7 / <u>1,9</u>
pH (agua) (**)	5,8 / <u>6,9</u>	5,3 / <u>5,5</u>
P Ac. Cítrico (ppm)	14 / <u>9,8</u>	19 / <u>9,3</u>
Recomendación P: Balance (kg/ha P ₂ O ₅)	46 / <u>79</u>	35 / <u>72</u>
Recomendación P: N. Suficiencia (kg/ha P ₂ O ₅)	0 / <u>22</u>	0 / <u>28</u>
Recomendación K: Balance (kg/ha K ₂ O)	121 / <u>137</u>	43 / <u>141</u>
Recomendación K: N. Suficiencia (kg/ha K ₂ O)	117 / <u>82</u>	24 / <u>88</u>

Las respuestas agronómicas fueron evaluadas utilizando modelos mixtos (PROC MIXED) del paquete estadístico de SAS (Littell *et al.* 1996). En el modelo las zafras, las localidades, los tratamientos de fertilización y sus interacciones fueron considerados efectos fijos, mientras que los bloques fueron definidos como efectos aleatorios. La significancia estadística fue determinada según la prueba de F con un $p=0,05$.

3. RESULTADOS

Las concentraciones de nutrientes en suelo fueron distintas entre año y sitio lo que significó recomendaciones de fertilización diferentes. Para el promedio de las zafras, las cantidades de P agregadas por el criterio de nivel de suficiencia fueron un 17 % y 26 % de la cantidad agregada según el criterio de fertilización por balance (2da Treinta y Tres y Rincón de Ramírez respectivamente). En el caso de K estas diferencias fueron un 77% y 61% siguiendo el mismo criterio de clasificación.

Cuadro 2. Probabilidades estadísticas para las diferentes variables analizadas.

	Pr > F					
	Rend	Pob.Lograda	Chachas /planta	Granos /chaucha	Granos /m ²	P.M.G
Zafra	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0055	ns	0,006
Localidad	<0,0001	0,0005	ns	0,0034	ns	ns
Tratamiento	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Zaf*loc	<0,0001	0,0002	0,0024	0,0127	ns	ns
Zaf*trat	ns	ns	ns	ns	ns	0,0324
Loc*trat	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Zaf*loc*trat	ns	ns	ns	ns	ns	ns

No se detectaron diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas en función de los tratamientos de fertilización ensayados. Dentro de los tratamientos evaluados estaban los que contaban con la fuente de calcáreo de rápida reacción los que tampoco mostraron superioridad en rendimiento aún en las situaciones de Rincón de Ramírez con pH de 5,3 y 5,5 (ver cuadro 1).

Salvo para los granos/m², la zafra fue la que explicó las diferencias encontradas en las variables analizadas. Se encontraron diferencias en el número de chauchas/ planta y granos/chaucha, las que no hicieron variar el n° de granos m². En tal sentido, una parte de la diferencia de rendimiento entre zafras (4237 kg ha vs. 2286 kg ha) podría estar explicada por un menor P.M.G (153 gr vs. 142 gr). Este efecto puede haberse debido a la baja oferta de radiación ocurrida en el período reproductivo.

La variación en rendimiento detectado por la interacción de la zafra x localidad está explicada por la diferencia en rendimiento ocurrido el primer año (4887 kg ha vs. 3587 kg ha, 2^{da} TyT y Rincón Ramírez respectivamente), lo que no ocurrió en el segundo (2302 kg ha vs. 2270 kg ha).

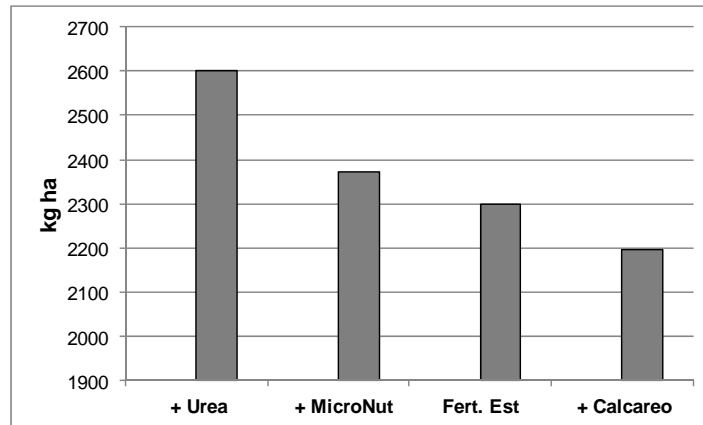


Figura 1. Rendimiento de soja para el promedio de los sitios en la zafra 2013/14 según fuente de fertilización suplementaria al tratamiento estándar (nivel de suficiencia y balance).

El análisis de contrastes mostró que la fertilización complementaria con Urea al estadio de R3 fue significativamente superior ($p=0.05$) al rendimiento logrado con la utilización de fertilizante calcáreo, presentó una tendencia ($p=0,13$) a lograr mayores rendimientos en comparación con la fertilización estándar sin mostrar diferencias cuando se lo compara con la fertilización suplementaria con Micro Nutrientes. En esta zafra en particular efecto superior de la fertilización con Urea podría deberse a las condiciones de seca ocurridas a la siembra las que pudieron bajar la eficiencia de la nodulación.

3. CONCLUSIONES

En ninguna de las zafras y en los sitios evaluados en conjunto se encontró efecto de de la fertilización sobre el rendimiento y los componentes de rendimiento.

El segundo año existieron diferencias en rendimiento entre la fertilización suplementaria con Urea en comparación con la fertilización suplementaria con calcáreo aún en el sitio de menor pH. En comparación con la fertilización estándar (criterios objetivos) se apreció una tendencia ($p=0,13$).

El criterio de fertilización por balance utilizó mayores cantidades de fertilizante lo que se traduce en mayores costos y menor margen ya que el rendimiento no varió entre ambas formas de fertilizar la soja.

4. BIBLIOGRAFÍA

CASTILLO, J.; TERRA, J.; BONILLA, F.; LUCAS, T.; AMARAL, R. 2013. Diferentes criterios para la fertilización de soja en rotación con arroz. Actividad de difusión 713. INIA Treinta y Tres Cap. 9, p.7-9.

FAGERIA, N.K.; CARVALHO, G.D.; SANTOS, A.B; FERREIRA, E.P.B; KNUPP, A.M. 2011. Chemistry of Lowland Rice Soils and Nutrient Availability. : [Communications in Soil Science and Plant Analysis](#), v 42, No 16, pp. 1913-1933

MACNACK, N.; CHIM, B.K; AMEDY, B; ARNALL, B. 2011. Fertilization based on Sufficiency, Build-up and maintenance concept. Oklahoma Cooperative Extension Service PSS-2266. <http://osufacts.okstate.edu>.

ROTACIONES ARROCERAS: RESUMEN DE RESULTADOS PRODUCTIVOS EN LAS PRIMERAS ZAFRAS

J. Terra¹, J. Castillo², N. Saldain³, S. Martínez⁴, R. Bermúdez⁵, J. Hernández⁶, I. Macedo⁷

INTRODUCCION

El sector arrocero demanda el desarrollo de nuevos sistemas de producción más intensivos con menos utilización del laboreo y tiempos de barbecho improductivos, orientados al aumento de la frecuencia de arroz en la rotación, en combinación con pasturas más cortas y más productivas y eventualmente otros cultivos adaptados a la zona baja, particularmente la soja. Esta inquietud del sector arrocero está orientada a mejorar la productividad global del sistema, diversificar ingresos, reducir costos y mitigar riesgos (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 de intensificación del uso del suelo para el cultivo de arroz, que sean sustentables productiva y ambientalmente. En este se evalúa el comportamiento productivo de cultivos y pasturas, el resultado económico, la dinámica de plagas, malezas y enfermedades, la evolución de las propiedades del suelo y el impacto ambiental de 6 rotaciones.

A continuación se muestran algunos resultados productivos de los dos 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	
ROTACIÓN	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI
1	Arroz	Pa								
2	Arroz1	Pa	Soja	Pa	Arroz2	Pa	Sorgo	Pa		
3	Arroz	Pa	Pa	Pa						
4	Arroz1	Pa	Arroz2	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp
5	Arroz1	Pa	Soja	Pa	Arroz2	Pp	Pp	Pp	Pp	Pp
6	Arroz	Pa	Soja	Pp	Pp	Pp				

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

El experimento contrasta distintas alternativas de intensidades de uso de suelo, yendo desde arroz continuo hasta un testigo tecnológico arroz-pasturas y varias opciones intermedias. Por ejemplo, si comparamos las rotaciones más intensas (1 vs. 2), se ve que la intensidad de uso medida en número de

¹ PhD, INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental, jterra@tyt.inia.org.uy

² Ing. Agr., INIA. Programa Arroz, jcastillo@tyt.inia.org.uy

³ M.Sc. INIA. Programa Arroz, nsaldain@inia.org.uy

⁴ Ing. Agr. INIA. Programa Arroz, smartinez@inia.org.uy

⁵ M.Phil. INIA. Programa Plantas Forrajeras, rbermudez@inia.org.uy

⁶ Téc. Agrop. INIA. Servicio de Operaciones

⁷ Ing. Agr. INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental

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.

ALGUNOS RESULTADOS

A pesar de que el cultivo de arroz se sembró unos 10d más temprano en 2013-14 (30 oct.) respecto a 2012-13 (7-8 nov.), no se observaron diferencias de rendimiento entre ambas zafras (cuadro 2). Sin embargo, la variabilidad de rendimiento de arroz fue mayor en la zafra 2013-14 respecto a la primera, posiblemente debido a la diversidad de situaciones sobre la que se sembró en los distintos tratamientos y a las condiciones climáticas de inestabilidad desde mediados de enero y febrero.

Por otro lado, el rendimiento de cultivos de secano fue notoriamente inferior en la zafra 2013-14 respecto a la primera zafra (60 % menor en soja y 65% en sorgo). Además, la variabilidad de rendimiento también fue mayor en ambos cultivos de secano en la segunda zafra respecto a la primera

Cuadro 2. Rendimiento y desvíos estándares de arroz, soja y sorgo en dos zafras.

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

Las diferencias productivas en cultivos de secano entre zafras estuvieron relacionadas principalmente a los atrasos de fechas de siembra (20 d) por exceso de agua en noviembre y a las peores condiciones de implantación de los cultivos provocadas por exceso de humedad a la siembra, falta de lluvias en estadios tempranos y fallas en el control inicial de malezas que determinaron poblaciones bajas y poco uniformes (cuadro 3). Además, las condiciones climáticas (radiación y precipitaciones) no fueron buenas en gran parte del momento de definición y concreción en el rendimiento (cuadro 4).

Cuadro 3. Causas que podrían explicar los niveles de productividad de cultivos de secano en ambas zafras.

ZAFRA	2012-13	2013-14
Fecha de siembra	13/11/2012	05/12/2013
Condiciones de implantación	Excelentes (12 -13 pl/m lineal)*	Malas (8 pl/ m lineal)*
Condiciones climáticas avanzado el ciclo del cultivo (Fines de enero- principios de febrero)	Precipitaciones adecuadas con buena distribución, aceptable radiación, baja incidencia de enfermedades	Excesos de precipitación (anegamiento), falta de radiación, mayor incidencia de enfermedades

*Población obtenida para el cultivo de soja.

Cuadro 4. Radiación (cal/cm²/día), precipitaciones (mm) y días de lluvia para la 3^{er} década de enero, 1^{er} y 2^{da} década de febrero para los años 2013 y 2014.

	2013			2014		
	3Dec-Ene	1Dec-Feb	2Dec-Feb	3Dec-Ene	1Dec-Feb	2Dec-Feb
RADIACION	599	563	372	327	346	394
PRECIPITACIONES	53,6	32,8	106,9	116,0	119,0	14,0
DIAS DE LLUVIA	2	2	3	8	8	3

A continuación como información adicional se presentan los rendimientos por variedad de arroz (Cuadro 5) y la producción de forraje acumulado de las distintas pasturas incluidas en las rotaciones (Cuadro 6) al momento del inicio barbecho.

Cuadro 5. Rendimiento de arroz (kg/ha) (seco) según variedad para las zafras 2012-13 y 2013-14.

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

Cuadro 6. Producción acumulada de materia seca disponible (kg/ha) al 20/9/2013 según opción forrajera.

Opción forrajera	kg/ha MS disponible
Festúca-T.Blanco-L.Corniculatus	2843
Festulolim-L.Corniculatus	1671
Raigras +T.Rojo	2066
Raigras	3320
T.Alejandrino	2295
T.Subterráneo	3265
Raigras + T.Vesiculososo	3187

CONCLUSIONES

En ambos años se lograron buenas productividades de arroz a pesar de una siembra relativamente tardía. Existen diferencias agronómicas y productivas entre cultivares de arroz que hay que explotar y adaptar a cada rotación y su manejo.

Existió una alta variabilidad de los rendimientos de los cultivos de secano entre años, es un desafío conocer mejor el comportamiento de estos cultivos en estos sistemas, para así minimizar con manejo los efectos año.

La producción de biomasa de las distintas opciones forrajeras fue aceptable, la inclusión de leguminosas anuales temprano podría contribuir al aporte de N para el cultivo de arroz y así disminuir las necesidades de fertilización nitrogenada impactando en los costos de producción.

La estabilización de las rotaciones en los próximos años permitirá sacar conclusiones sobre el impacto de cada una de ellas, lo que ayudará a la toma de decisiones de los productores, conociendo cuál o cuáles son las que mejor se adapten a sus sistemas productivos.

BIBLIOGRAFÍA

TERRA. J; CASTILLO. J; BONILLA. F; AMARAL. R; LUCAS. T; MACEDO. I. 2014. Soja en Sistemas Arroceros. Revista Arroz (Uruguay) 78: 24-27.

¿QUÉ LE PASÓ A LA SOJA ESTA ZAFRA? LAS ENFERMEDADES Y SUS CONSECUENCIAS

S. Stewart¹

La severidad de las enfermedades fúngicas está íntimamente asociada a las condiciones climáticas, y muy especialmente a las precipitaciones. La zafra de verano 2013/2014 se caracterizó por abundantes precipitaciones en los meses de enero y febrero. En la zona este del país, las precipitaciones estuvieron por encima del promedio histórico en el mes de enero y las temperaturas en todo el país de 1 a 2 °C por debajo del promedio histórico para el mes de febrero. A pesar de ello, las enfermedades foliares en el cultivo de soja, en general, no fueron muy severas a excepción de la **roya asiática**.

La roya, causada por *Phakopsora pachyrhizi*, se presentó en un 80% de las 101 chacras relevadas en todo el país y en un 100% de la relevadas en el centro, este y noreste. Se determinó un rango de severidad entre 0 y 75 %, y un gradiente significativo de la enfermedad que va disminuyendo desde el noreste al suroeste

($P < 0.0001$); presentado un máximo de severidad en chacras del noreste (44%), seguidas del este (15%) y centro (13%), disminuyendo hacia el sur (2%) y norte (0%). La alta severidad de la enfermedad esta zafra (en algunas zonas) estuvo dado por varios factores; 1) el ingreso temprano de la enfermedad al país (primer muestra positiva fue 16 de febrero, 2014), 2) los vientos predominantes en verano soplan del noreste, lo que determina el ingreso de las esporas de roya desde el sur de Brasil (De Ruyver et al, 2011), y por lo tanto, los cultivos más afectados son los que están cerca de ésta frontera, 3) la lluvias acumuladas en la segunda quincena de febrero fueron mayores en el noreste y centro, además de que, 4) las temperaturas de febrero estuvieron por debajo de la media histórica y que fue un mes muy nublado, ambos factores favorables para esta enfermedad.

El manejo de esta enfermedad pasa por el uso de fungicidas mezclas, aplicados a primeras pústulas, con una tecnología de aplicación adecuada, o a través del uso de variedades resistentes o tolerantes (soja con tecnología inox o TR) disponibles hoy en el mercado.

El **tallo marrón** fue otra enfermedad, que si bien no estuvo tan difundida, se presentó con incidencias altas en chacras puntuales. Ésta es causada por el hongo *Phialophora (Cadophora) gregata*, que infecta la raíz de la soja y causa necrosis interna en los tallos. Como los tallos no muestran síntomas externos, la enfermedad pasaría inadvertida si no fuese porque tiene una sintomatología en la hoja que se denomina "abigarrada" (necrosis internerval) típica de una patología vascular. Es capaz de provocar mermas de rendimiento de 90.5% si se comparan plantas afectadas con plantas sanas, por lo que las mermas reales de rendimiento van depender del número de plantas afectadas por la enfermedad en el cultivo.

El manejo de esta enfermedad pasa por la rotación de cultivos con especies que no sean soja, y por descartar la siembra de cultivares que sean extremadamente susceptibles (pues la resistencia si bien existe, todavía no está disponibles en el mercado).

BIBLIOGRAFÍA

DE RUYVER R., SOUZA J., BISCHOFF S.A., Y FORMENTO N. 2011. Circulación atmosférica asociada a los casos de aparición de esporas de roya de la soja en Paraná, Argentina. Meteorológica vol.36 No.1.

¹ Ph.D INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental

CULTIVOS DE COBERTURA EN ESQUEMAS AGRÍCOLAS RESULTADOS 2012-2013 y 2013-2014

E. Barrios¹, W. Ayala², I. Macedo³, J. Terra⁴

PALABRAS CLAVE: puentes verdes, soja

1. 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 de Investigación en Cultivos y Sustentabilidad Ambiental de INIA, se ha buscado evaluar la inclusión de cultivos de cobertura 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 2013, Terra *et al.* presentaron los primeros resultados generados en la región en el marco de este proyecto. El objetivo de esta entrega es presentar la información generada en el último año, a los efectos de continuar aportando elementos para mejorar la toma de decisiones, reconociendo las particularidades de cada uno de los años.

2. 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 métodos de siembra, al voleo antes de la cosecha del cultivo de soja y siembra en líneas luego de la cosecha. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar (RCB) y arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS.

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 en el suelo y se realizaron análisis de 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 soja (DM 6.2 en 2012-2013, DM IPRO5958 en 2013-2014) para evaluar la producción de grano. En esta oportunidad se presentan los resultados de producción total de biomasa de los cultivos de cobertura y la producción de grano de soja posterior.

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
"	Bindoon (2013)	Wrightston Pas	10
<i>Trifolium resupinatum</i>	LE 90-33	INIA	8
<i>Vicia sativa</i>	Barril	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>	Cardiga	Fertiprado	100

El potrero tiene una historia de mejoramiento sobre campo natural, sobre el que 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 que se sembraron el 26/4/2012 y el 30/4/2012,

¹ Téc. en Prod. Animal. INIA. Programa Pasturas y Forrajes. ebarrios@inia.org.uy

² Ph.D. INIA. Programa Pasturas y Forrajes. wayala@inia.org.uy

³ Ing. Agr. INIA Programa Sustentabilidad Ambiental. imacedo@inia.org.uy

⁴ Ph.D. INIA Programa Sustentabilidad Ambiental jterra@inia.org.uy

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 28/12/2013 y se cosechó el 30/05/2013.

En la última zafra, los cultivos de cobertura se sembraron el 10/4/2013 para el método al voleo y el 13/6/13 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.

3. RESULTADOS

La información reportada en esta instancia está centrada en la productividad de los cultivos de cobertura y el cultivo de soja, dejando para posteriores entregas la evolución de otros parámetros tales como evolución de nutrientes, fertilidad entre otros.

En primer lugar, la producción de forraje acumulada de los cultivos de cobertura en el año 2012 al 25/9/2012 no mostró diferencias significativas entre métodos de siembra, aunque si 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).

Por su parte, en la zafra 2013, 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 son claras, en primera instancia como consecuencia de las condiciones climáticas que retrasaron la siembra en líneas, lo que penalizó el rendimiento al momento de quemar el cultivo de cobertura. La producción de Lupino resultó destacada en siembra al voleo y muy superior a la siembra en línea, lo que refuerza la importancia de la época de siembra para lograr altas acumulaciones de forraje. Siguen manteniendo un comportamiento destacado y similar, los materiales del género *Raphanus*, *Avena* y *Raigrás*. En general se sigue observando 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 en 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.

Cuadro 2. Contribución de los cultivos de cobertura para todos los materiales y métodos de siembra evaluadas y posterior producción de soja en la Unidad Experimental Palo a Pique para las zafras 2012-2013 y 2013-2014.

Tratamiento	Zafra 2012-2013		Zafra 2013-2014		
	Cultivo de cobertura	Cultivo de soja	Cultivo de cobertura		Cultivo de soja
	Producción de forraje (MS kg/ha)	Producción de grano (Grano kg/ha)	Producción de forraje (MS kg/ha)		Producción de grano (Grano kg/ha)
			Voleo	Líneas	
<i>Raphanus sativus</i> Brutus	8557 a	2690	3942 bcde	2304 fghij	2792
<i>Raphanus sativus</i> Reset	6236 b	2537	4286 bc	2577 fghi	2967
<i>Raphanus sativus</i> CCS-779	6194 b	2537	4020 bcd	2825 efgh	3077
<i>Lolium multiflorum</i> INIA Cetus	5381 bc	2742	4667 b	2101 fghij	2975
<i>Avena strigosa</i> CALPROSE Azabache	8885 a	2750	4531 bc	2293 defg	2895
<i>Trifolium vesiculosum</i> Sagit (Glencoe EC1)	2782 de	2743	2222 fghij	1462 ij	3147
<i>Vicia sativa</i> Barril	2508 e	2672	3397 cdef	1825 hij	3014
<i>Trifolium resupinatum</i> LE 90-33	3282 de	2614	1881 fghij	1360 ij	2886
<i>Lupinus luteus</i> Cardiga	7581	2648	7281 a	2088 fghij	2813
<i>Trifolium alexandrinum</i> INIA Calipso	4246 cd	2803	2896 defgh	2346 fghij	3020
<i>Trifolium subterraneum</i>	2320 e	2569	2261 fghij	1908 fghij	3235
Testigo	2709 de	2509	1848 fghij	1608 ij	2903
Al voleo	4996	2655	3621		2892
En línea	4659	2648		2058	3062
Método de Siembra	0.3188	0.9084	<0.0001		0.1005
Especie	<0.0001	0.3463	<0.0001		0.3673
Método de Siembra x Especie	0.6613	0.6398	<0.0001		0.9248

Nota: No se incluyó en el análisis a *Lupinus luteus* Cardiga en 2012-2013. En la zafra 2012-2013 el cultivar de *Trifolium subterraneum* usado fue Goulburn y en 2013-2014 Bindoon.

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). El promedio del cultivo se situó en 2652 kg/ha en la zafra 2012-2013. Para la zafra 2013-2014, el rendimiento promedio de soja fue de 2977, no detectándose diferencias como consecuencia del cultivo de cobertura antecesor o del método de establecimiento del mismo (Cuadro 2). En esta zafra se observó el desarrollo generalizado de enfermedades, particularmente la causada por el hongo *Cadophora gregata* (S. Stewart com.pers.) causante del tallo marrón, con impactos importantes en el rendimiento.

4. CONCLUSIONES

En base a la información preliminar generada es posible mencionar las siguientes apreciaciones preliminares:

Performance de los cultivos de cobertura

- Lupinus aparece como una opción a ser considerada para cultivos de cobertura en la región este, debido a una performance productiva destacada en los años.
- En general, la avena negra, el raigrás y los cultivares del género *Raphanus* mantienen un comportamiento destacado.

Método de establecimiento de los cultivos de cobertura

- No se detectaron mayores diferencias en la producción total de forraje por los métodos de siembra/momentos empleados en el primer año, siendo afectado el rendimiento del segundo año en la siembra en líneas como consecuencia del atraso de la misma.
- Los excesos de agua que ocurren en otoño pueden condicionar las siembras en línea.

Rendimiento del cultivo de soja

- El rendimiento del cultivo de soja no fue afectado por las diferentes alternativas de cultivo de cobertura estudiadas.

Desafíos

- En base a los rendimientos de forraje en algunas de las situaciones evaluadas, se abren oportunidades a los efectos de integrar la utilización oportuna del forraje generado por los cultivos de cobertura con animales.

4. AGRADECIMIENTO

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

5. 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.

POTENCIAL PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE SOJA SIN LIMITANTES DE AGUA

S. Riccetto¹, I. Macedo, J. Terra

PALABRAS CLAVE: riego, sistemas agrícolas, rendimiento

1. 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 no han variado sustancialmente de los 2000 kg/ha desde hace más de una década, con un ligero incremento en las tres últimas zafas, lo que 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.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En la zafra 2013-14 se instaló el segundo año de un red experimental que incluye sitios en Treinta y Tres y La Estanzuela. El sitio de Treinta y Tres se encontraba sobre un Argisol Subéutrico de la Unidad Vergara con una cobertura invernal de trébol rojo y holcus posterior al cultivo de soja 2012-13. El análisis de suelo (0-15 cm) previo a la siembra indicaba para el sitio un contenido de 17,8 g/kg de C orgánico, 10,9 ppm de P Ac. Cítrico, 0,26 meq/100g de K intercambiable y 5,4 de pH.

En cada localidad se instalaron dos experimentos idénticos, uno con riego suplementario por aspersión y otro sin riego; ambos en siembra directa. 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, Nidera 6126 y Don Mario 6.8i; mientras que las poblaciones objetivo consistieron en 15, 25, 35 y 45 plantas/m². 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 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 30mm durante, 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.

La vegetación fue controlada con glifosato y fluroxipir-meptil (3,3 l/ha de GlifoWeed + 500cc/ha Starane Xtra) el 16 de setiembre más 3,3 L/ha glifosato el 30 de setiembre. La siembra directa se realizó el 14 de noviembre con una Semeato con sistema abre surco de Facón-Guillotina + doble disco con sistema de distribución de semilla de placas, 6 líneas a 40 cm entre hileras. Todas las parcelas fueron fertilizadas con 103 kg/ha de KCl y 100 kg/ha de 0-46/46-0 el día previo a la siembra y 148 kg/ha de 9-25/25-25+3S el día de la siembra, aplicado 50% en línea y 50% al voleo. El control de insectos (4), malezas (2) y enfermedades (2) subsiguientes se realizaron con el criterio de asegurar el control efectivo y minimizar las pérdidas de rendimiento por éstas.

¹ Ing. Agr. INIA. Programa Arroz. sriccetto@inia.org.uy

² Ing. Agr. INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental imacedo@inia.org.uy

³ Ing. Agr. INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental jterra@inia.org.uy

Las determinaciones incluyeron la recuperación de plantas luego de emergencia, contenido de agua gravimétrico en el suelo (0-30 cm), lámina 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 realizado con cosechadora comercial (5 hileras x 20 m).

Las respuestas agronómicas fueron evaluadas con modelos mixtos (PROC MIXED, SAS) (Littell et al., 1996). La situación hídrica (riego vs seco), los GM, las densidades y sus interacciones fueron considerados como efectos fijos, mientras que los bloques anidados en cada situación hídrica fueron considerados como efectos aleatorios. Para determinar la significancia de los efectos fijos en todos los análisis se utilizó un test F con un $P=0.05$.

3. RESULTADOS

Las precipitaciones durante el ciclo del cultivo (siembra a R8) superaron los 550 mm (Fig. 1). A causa del régimen hídrico favorable, el experimento regado se le aplicó una lámina adicional de solo 33 mm distribuida en 4 riegos a lo largo del ciclo, 2 durante la fase vegetativa y 2 al comienzo de la etapa reproductiva. Esto sobrepasa ampliamente los 450-500 mm de agua que la soja necesita durante su ciclo.

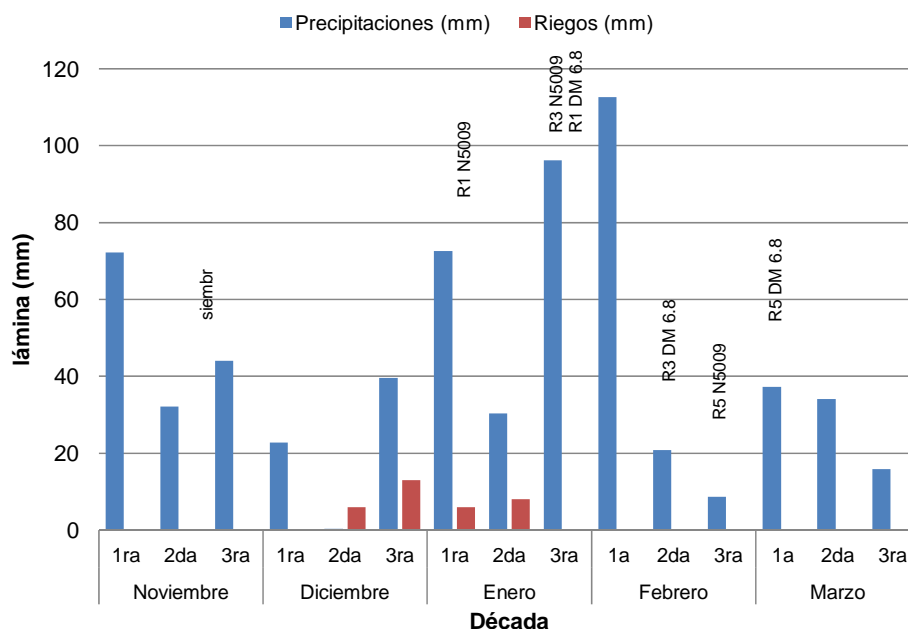


Figura 1. Precipitaciones durante el ciclo de la soja y lámina aplicada en el experimento regado.

No se observaron efectos significativos del riego suplementario sobre el rendimiento de soja (Cuadro 1); sino más bien una tendencia a deprimir los rendimientos en todos los grupos de madurez evaluados. Las interacciones entre régimen hídrico y GM y entre GM y densidades no fueron significativas. La mayor productividad global se alcanzó con el GM intermedio (RM 55) en ambas situaciones; siendo ésta significativamente superior ($p<0,05$) al resto de los materiales en el régimen de seco.

Si bien existieron diferencias de rendimiento entre los GM, no se observaron diferencias para los tratamientos de densidad, dado el bajo porcentaje de recuperación registrado en los tratamientos de mayor densidad.

El rendimiento promedio de los experimentos en la presente zafra fue un 17% inferior al obtenido en la zafra 2012-2013, explicado principalmente por la menor oferta de radiación durante la segunda década de enero y la primera década de febrero, la cual fue 45% y 39% inferior al año anterior, respectivamente.

El contenido de agua del suelo (0-30 mm) durante el ciclo del cultivo no fue limitante durante la zafra, encontrándose siempre por encima del punto de marchitez permanente (9% humedad gravimétrica) y a excepción de dos semanas durante la etapa vegetativa, por encima de 50% de agua disponible. No se observaron tendencias claras entre experimentos, GM y densidades.

Cuadro 1. Rendimiento de 4 grupos de madurez y 4 poblaciones de soja en dos regímenes hídricos.

Grupos Madurez/Densidad	15 pl/m ²	25 pl/m ²	35 pl/m ²	45 pl/m ²	Media
-----kg/ha-----					
SECANO					
DM 6.8	3336	3438	3256	3096	3282 b
N6126	3398	3328	3384	3409	3380 b
RM55	3483	3784	3934	3775	3744 a
N5009	3230	3597	3331	3332	3373 b
Media	3362	3537	3476	3403	3444
RIEGO					
DM 6.8	3439	2982	3032	3002	3114
N6126	3311	3375	3227	3090	3251
RM55	3511	3585	3419	3520	3509
N5009	3061	3164	3410	3266	3225
Media	3330	3277	3272	3220	3275

*letras diferentes difieren estadísticamente entre sí (p<0,05).

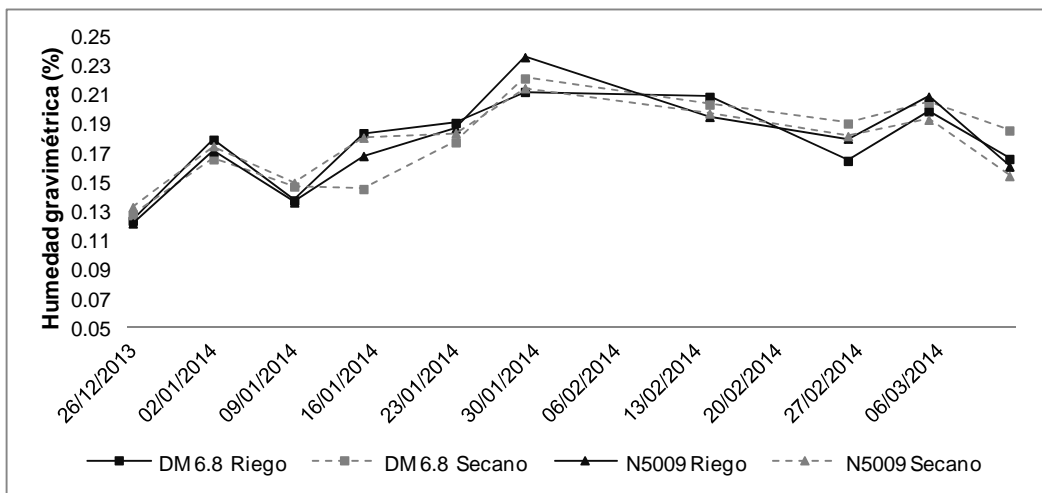


Figura 2. Contenido de agua gravimétrico del suelo (0-30 cm) entre situaciones de riego y secano en dos grupos de madurez de soja.

Los componentes de rendimiento no logran explicar claramente la escasa diferencia absoluta de rendimientos entre tratamientos. La mayor cantidad de chauchas/planta fue observada en N5009 (111) y la menor en N6126 (80), aunque se recuperaron en promedio 3 pl/m² adicionales en N6126 con respecto al resto de los materiales. La mayor cantidad de granos/chaucha fue observada en RM55 (1,89) y la menor en N5009 (1,62). El mayor peso de mil granos se obtuvo en N5009 (152g), fue un 43%, 11% y un 5% superior al de N6126, DM 6.8 y RM55 respectivamente.

4. CONCLUSIONES

El volumen de precipitaciones, su distribución, la evolución del agua en el suelo y la ausencia de respuesta de rendimiento al riego suplementario sugieren que fue un año sin deficiencias hídricas para el cultivo en la región; más bien con algunos excesos puntuales que se insinuaron negativamente en el rendimiento.

A diferencia del año anterior, en este segundo año, el cultivo no logró alcanzar productividades cercanas al potencial de rendimiento. El exceso de agua en el suelo inmediatamente a la siembra y luego en R1-R3, determinaron problemas de implantación y enfermedades que luego se manifestaron ante la baja radiación durante las etapas reproductivas del cultivo.

5. 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.

