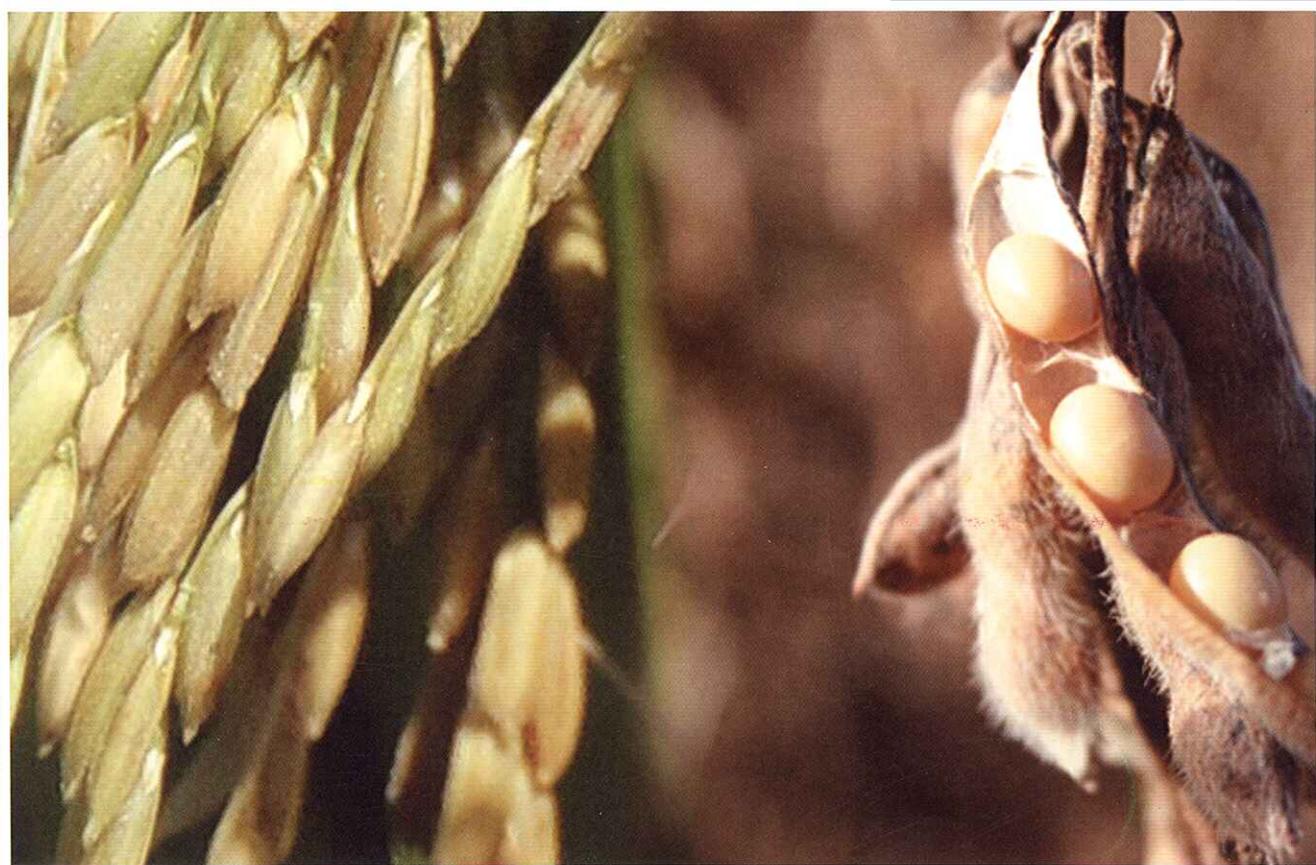




**INSTITUTO
NACIONAL DE
INVESTIGACION
AGROPECUARIA**

URUGUAY



ARROZ - SOJA

**RESULTADOS
EXPERIMENTALES
2012 - 2013**

Agosto 2013

**ACTIVIDADES
DE DIFUSIÓN**

713

INIA TREINTA Y TRES

ARROZ - SOJA

Resultados Experimentales

2012-2013

Agosto de 2013.

ARROZ - SOJA

Resultados Experimentales 2012-2013

Autores

TÉCNICOS INIA

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

Ing. Agr., PhD. Elena Beyhaut⁸
Ing. Agr., MSc. Pedro Blanco^{1,2}
Ing. Agr. Guillermina Cantou¹
Ing. Agr. Ma. Cristina Capurro³
Ing. Agr. Gonzalo Carracelas⁴
Ing. Agr. Jesús Castillo¹
Ing. Agr., MSc. Enrique Deambrosi^{1,10}
Ing. Agr., PhD. Claudia Marchesi⁴
Ing. Agr. Sebastián Martínez¹
Ing. Agr., Dr. Ramón Méndez¹
Ing. Agr. Federico Molina¹
Ing. Agr., MSc., PhD. Fernando Pérez¹
Ing. Agr. Sara Riccetto¹
Ing. Agr., MSc., PhD. Alvaro Roel¹
Lic., MSc. Juan Rosas¹
Ing. Agr., MSc. Néstor Saldain¹
Ing. Agr., PhD. José Terra^{5,1}
Ing. Agr., MSc. Gonzalo Zorrilla^{6,1}

Dirección Regional

Ing. Agr., PhD. Walter Ayala^{7,1}

Unidad Técnica de Semillas

Ing. Agr., MSc. Ana L. Pereira¹

Unidad Técnica de Biotecnología

Ing. Agr., Lic., DSc. Victoria Bonnacarrère⁸
Lic. Bioq., MSc. Silvia Garaycochea⁸
Lic. Manuel Diez¹¹

Unidad Agroclimatología - GRAS

Téc. Agrop. José Furest⁸

Unidad Tecnología de la Información

Lic. Schubert Fernández⁹

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

Ing. Agr., MSc. Horacio Saravia¹

OTRAS INSTITUCIONES

Facultad de Agronomía

Lic. Natalia Berberian
Ing. Agr., PhD. Lucía Gutiérrez
Ing. Agr., MSc. Pilar Irisarri

Facultad de Química

Q.F., MSc, PhD Ana Fernández
Q.F., Ph.D. Silvana Tarlera

Facultad de Ciencias

Dra. Margarita Sicardi

¹ Técnico INIA Treinta y Tres

² Director Interino Programa Nal. de Arroz desde abril 2012 a marzo 2013

³ Técnico INIA Treinta y Tres hasta mayo 2013

⁴ Técnico INIA Tacuarembó

⁵ Director de Programa Producción y Sustentabilidad Ambiental

⁶ Director Programa Nacional de Arroz

⁷ Director Regional INIA Treinta y Tres

⁸ Técnico INIA Las Brujas

⁹ Técnico INIA Dirección Nacional

¹⁰ Hasta 2011

¹¹ Tesista INIA Las Brujas

Publicación

Secretaría - Diagramación, Edición
Olga Alvarez

Impresión

Eloisa Crossa
Mauro Figueroa
Ramiro González

Compaginación:

Eloisa Crossa
César Denis
Ruben Jara
Jhonatan Soto

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, Miguel
Duplat, Juan J,²
Kapeck, Matías
Oxley, Mabel
Pimienta, Ariel

Manejo de Arroz:

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

Servicios Auxiliares:

Bas, Rafael
Domínguez, Miguel
Figueroa, Mauro
Mesa, Dardo
Moreno, Daniel
Sosa, Bruno
Roldán, Andrés

Mejoramiento de Arroz:

Arismendi, Graciela
Díaz, Laura
Duche, Luis A.
Espel, Cristhian
Ferreira, Wilson¹
Martínez, Luis¹
Pintos, Juan¹
Ramírez, Carlos
Silvera, Walter H.
Techera, Alberto
Vargas, José

Servicio de Operaciones:

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

Pasturas y Forrajes

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

**Unidad de Comunicación y
Transferencia de Tecnología**

González, Ramiro
Segovia, Carlos

Personal:

Der Gazarián, Verónica

Unidad de Informática:

Vaz, Pablo

Sustentabilidad Ambiental:

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

¹ Hasta enero 2013

² Hasta junio 2013

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO 1 - AGROCLIMATOLOGÍA	
Información climática.....	1
Comportamiento de las principales variables climáticas en la zafra 2012-2013	3
CAPÍTULO 2 - RIEGO	
Manejo del riego: Productividad del agua.....	1
Efecto del momento de retiro del agua y cosecha en las variedades Parao y El Paso 144	4
Cuantificación de las emisiones de metano y óxido nitroso en el cultivo de arroz.....	7
CAPÍTULO 3 - MANEJO DE SUELOS Y NUTRICIÓN VEGETAL	
Respuesta del cultivar Parao a densidades de siembra y dosis de nitrógeno en tres ambientes	1
Respuesta del cultivar Parao a la aplicación de nitrógeno y a su fraccionamiento	4
Fertilización N en arroz en base a indicadores objetivos	7
Anticipación, criterios y modalidades de aplicación de fósforo soluble en un cultivo de arroz sembrado con cero laboreo	10
Fertilización anticipada con fosforita	13
Evaluación de fuentes alternativas de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de arroz.....	16
CAPÍTULO 4 - MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES	
Efecto de la aplicación de fosfitos con fungicidas sobre el control de enfermedades y el rendimiento en arroz	1
Evaluación de triazoles con estrategia curativa erradicante para brusone (<i>Pyricularia oryzae</i>).....	4
Respuesta a fungicidas y dosis en el rendimiento y control de enfermedades del tallo y vaina	7
Influencia de curasemillas y fungicidas en la población de plantas, rendimiento y enfermedades del tallo	10
Influencia de la fertilización con potasio en el rendimiento y desarrollo de enfermedades del tallo y vaina en arroz	13
CAPÍTULO 5 - MANEJO DE MALEZAS	
Manejo de malezas	1
Monitoreo de arroz rojo resistente a imidazolinonas en chacras con uso intensivo del sistema Clearfield®	3
Evaluación in vitro de la actividad de la acetolactato sintasa ante los ingredientes activos del Kifix® en arroces Clearfield®	6
Glifosato sólo y mezclado en el tanque con otros herbicidas para el control de la grama fina (<i>Leersia hexandra</i>)	9
Evaluación del glifosato mezclado en el tanque con otros herbicidas para el control de gramilla y alternantera	12
Selectividad del Nominee y Ricer en variedades de arroz de distinto tipo	15
Riceprotex aplicado a la semilla de arroz como antídoto del clomazone en variedades de arroz de distinto tipo	18

CAPÍTULO 6 - MEJORAMIENTO GENÉTICO

Comportamiento de los cultivares Clearfield® CL 244 y CL 212 a nivel experimental y en validación	1
L5903	4
Evaluación final de cultivares	7
Evaluación de cultivares de calidad americana	10
Evaluación de cultivares <i>Indica</i>	13
Evaluación de cultivares Clearfield®	15
Evaluación de híbridos del Consorcio Hiaal	19
Avances de resultados del proyecto Mapeo Asociativo para la identificación de marcadores asociados a rendimiento, calidad y resistencia a enfermedades	22

CAPÍTULO 7 - ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ

Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: Incidencia de factores climáticos en la productividad experimental de cultivares	1
Efectos de baja radiación solar en cultivares de arroz	4
Estimación de brecha y reserva tecnológica en arroz	7

CAPÍTULO 8 - SEMILLAS

Informe de producción de la zafra 2011-2012	1
Evolución histórica de producción y uso de semilla básica	1

CAPÍTULO 9 - SOJA

Ajustes a la población y distribución del cultivo de soja en suelos arroceros	1
Comportamiento agronómico de grupos de madurez contrastantes de soja en suelos arroceros del Este	4
Diferentes criterios para la fertilización de soja en rotación con arroz	7
Fijación biológica de nitrógeno en soja: Compatibilidad entre curasemillas y rizobios	10
Efecto de fungicidas y momento de aplicación en las enfermedades de fin de ciclo y rendimiento en soja	13
Cultivos de cobertura en esquemas agrícolas con soja. Resultados preliminares	16
Potencial productivo del cultivo de soja sin limitantes de agua	19

PRÓLOGO

Presentamos una nueva edición de Resultados Experimentales con algunos cambios que pretenden actualizar esta herramienta de uso de técnicos y productores a las nuevas demandas.

En primer lugar volvemos a una publicación "Arroz-Soja" que utilizamos durante diferentes períodos en el pasado. El retorno con fuerza y con una dinámica propia de la oleaginosa a la zona Este y en especial a los campos arroceros justifica este cambio.

Por otra parte hemos introducido un cambio en el estilo de escritura de los trabajos experimentales, los cuales son presentados en un formato de "resumen extendido" en hasta tres carillas por experimento. La intención es mantener este documento como anuario de investigación de arroz y soja en el Este, como lo ha sido desde hace más de 20 años, pero presentando la información de una manera más resumida, resaltando los puntos fundamentales de los estudios y permitiendo una lectura más ágil y práctica.

Estos cambios se enmarcan en una apuesta fuerte a mejorar todos los canales de comunicación y transferencia del INIA y en especial del Programa Arroz y Sustentabilidad Ambiental, atendiendo planteos recientes tanto de GT y CAR así como de participantes en eventos y actividades pasadas.

El día de presentación de esta publicación podrán participar de una Jornada de Resultados Arroz-Soja completamente renovada, en la cual se combinarán paneles sobre temas relevantes con presentaciones tradicionales de avances de investigación, participando técnicos locales y extranjeros. Esto se complementa con una serie de charlas técnicas que se realizarán durante el mes de setiembre en las seis Regionales de la ACA, con una programación ajustada a los planteos de cada una de ellas.

Todos estos cambios podrán ser evaluados por los propios participantes en futuros GT, pero ellos apuntan a maximizar nuestra capacidad de comunicar propuestas tecnológicas que colaboren en la mejora de los indicadores productivos, de costos, o de mejora de sistemas de producción.

No hay duda que es un momento en que el sector arrocerero lo necesita ya que a pesar de los altos rendimientos, sus márgenes son muy estrechos. Igualmente la inserción de la soja en la zona baja tiene posibilidades de ser un complemento de gran ayuda a los tradicionales sistemas arroz-pasturas pero no está exenta de riesgos e incertidumbres hacia el futuro.

En este contexto el INIA debe trabajar al máximo de sus posibilidades para aportar y presentar a técnicos y productores alternativas tecnológicas, para ir ajustando sistemas que siempre estarán en cambio y movimiento. Esperamos que esta publicación sea un paso en ese sentido.



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.org.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 2010 - junio 2011 (Cuadro 1).
- Última zafra julio 2011 – junio 2012 (Cuadro 2).
- Promedios de la Serie Histórica julio 1973 – junio 2012 (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 2011 - Junio 2012.**

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Anual
TEMPERATURA(°C)													
Media	9.9	11.5	13.5	16.8	19.7	20.7	22.5	14.3	20.9	17.3	16.9	11.2	16.2
Máxima media	15.2	15.8	20.1	21.9	16.5	16.6	30.4	29.4	26.5	23.2	23.1	17.0	23.0
Mínima media	4.5	7.1	7.0	11.6	12.9	14.8	14.6	18.9	20.9	11.4	10.6	5.5	11.2
HELADAS (Días)	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	13
HELIOFANÍA													
Media diaria (Horas)	4.4	4.1	6.5	6.1	9.0	8.3	9.2	6.0	7.2	6.2	5.0	4.0	6.3
VIENTO (2 metros)													
Velocidad media (k/h)	8.7	10.7	10	10.7	10.5	11.3	11.3	17.4	7.0	7.5	5.0	8.0	9.8
PRECIPITACIÓN (mm)	157.6	210.5	64.3	183.6	41.0	98.5	7.1	120.1	70.8	64.0	33.8	129.9	1182
Días de lluvia	10	12	5	8	3	8	4	16	9	6	4	8	93
EVAPORACIÓN													
TANQUE "A"	58.3	69.8	121.0	132.5	222.9	222.3	262.9	152.3	137.6	97.4	74.3	47.9	1599
Total mensual													

Cuadro 2. 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 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 2013.**

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Anual
TEMPERATURA(°C)													
Media	10.7	12.0	13.6	16.5	18.8	21.4	22.8	22.3	20.8	17.4	13.9	11.1	16.8
Máxima media	15.0	19.7	20.4	22.7	27.1	29.9	29.0	27.3	25.4	24.0	19.2	17.4	23.1
Mínima media	2.3	10.6	10.2	14	14.6	17.6	15.9	16.9	12.4	12.1	8.8	5.1	11.7
HELADAS (Días)	11	7	5	2	0	0	0	0	0	1	4	11	39
HELIOFANÍA													
Media diaria (Horas)	4.7	5.3	5.9	6.8	8.1	8.5	8.5	7.5	7.1	6.3	5.4	4.6	6.6
VIENTO (2 metros)													
Velocidad media (k/h)	7.0	7.3	8.8	8.7	8.8	8.9	8.4	7.8	6.5	6.3	5.9	6.3	7.6
PRECIPITACIÓN (mm)	122	107	108	101	97	101	111	154	109	109	124	116	1361
Días de lluvia	9	9	10	10	8	8	8	10	9	9	9	10	112
EVAPORACIÓN													
TANQUE "A"													
Total mensual	52.4	68.9	94.9	135.2	175.9	213.6	217.0	160.9	138.9	93.8	62.6	46.2	1460

COMPORTAMIENTO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES CLIMÁTICAS 2012-2013

R. Méndez¹, A. Roel²

Se presenta el comportamiento de las principales variables de incidencia en el cultivo de arroz y también la dispersión de los registros en la serie histórica.

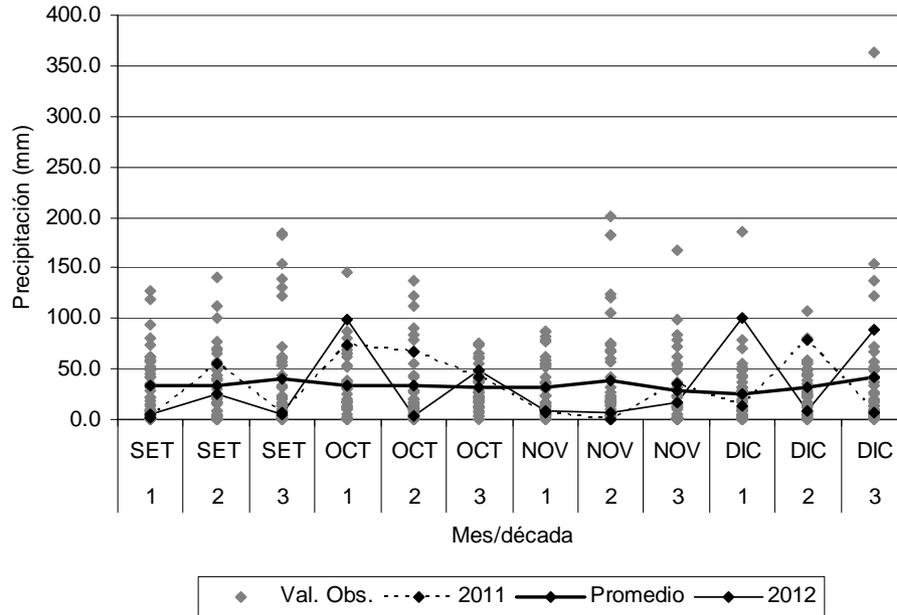


Figura 1. Registros decádicos de precipitación desde setiembre a diciembre.

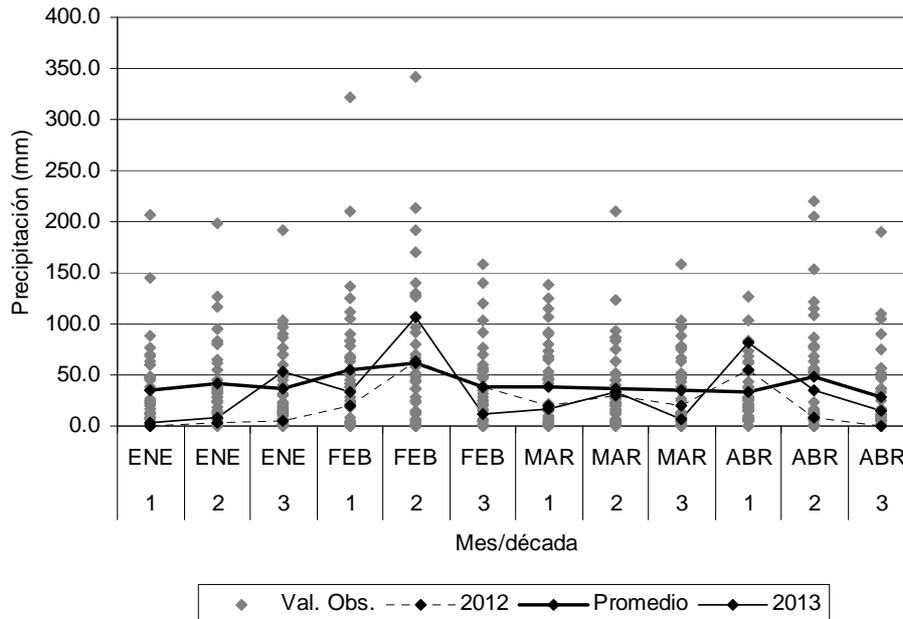


Figura 2. Registros decádicos de precipitación desde enero a abril.

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

² Ph.D. INIA. Programa Arroz. aroel@inia.org.uy

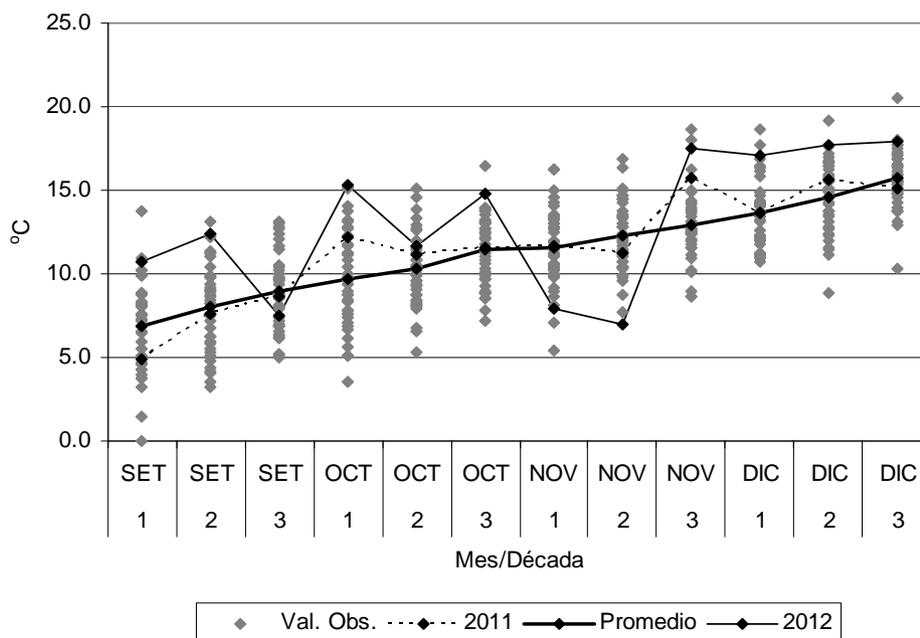


Figura 3. Registros decádicos de temperatura mínima desde setiembre a diciembre.

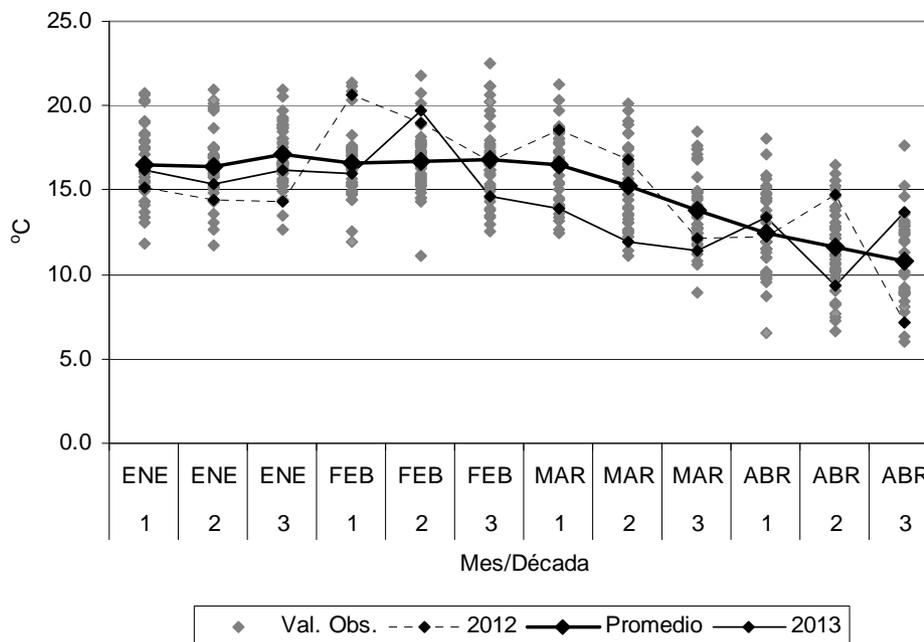


Figura 4. Registros decádicos de temperatura mínima desde enero a abril.

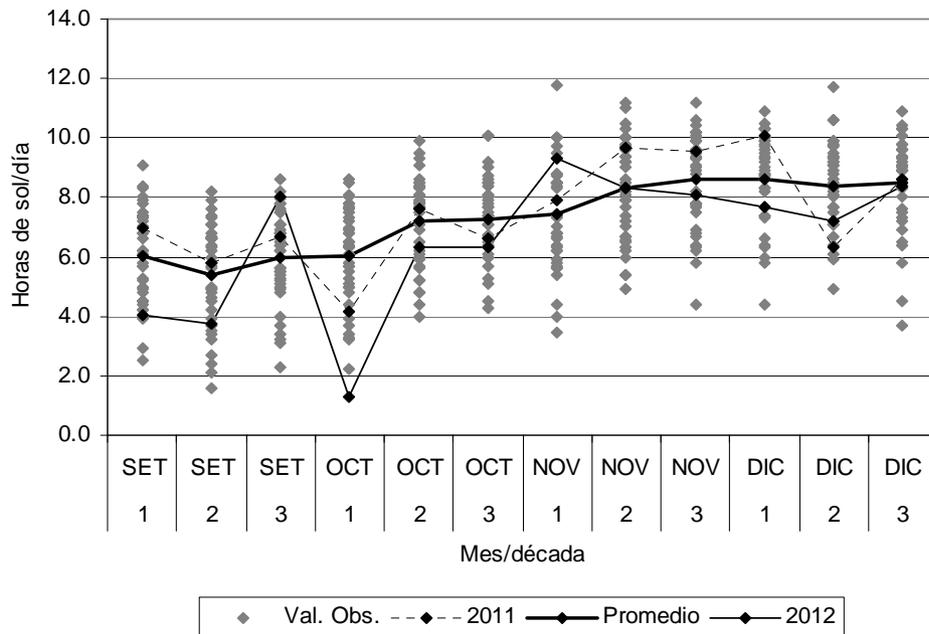


Figura 5. Registros decádicos de heliofanía desde setiembre a diciembre.

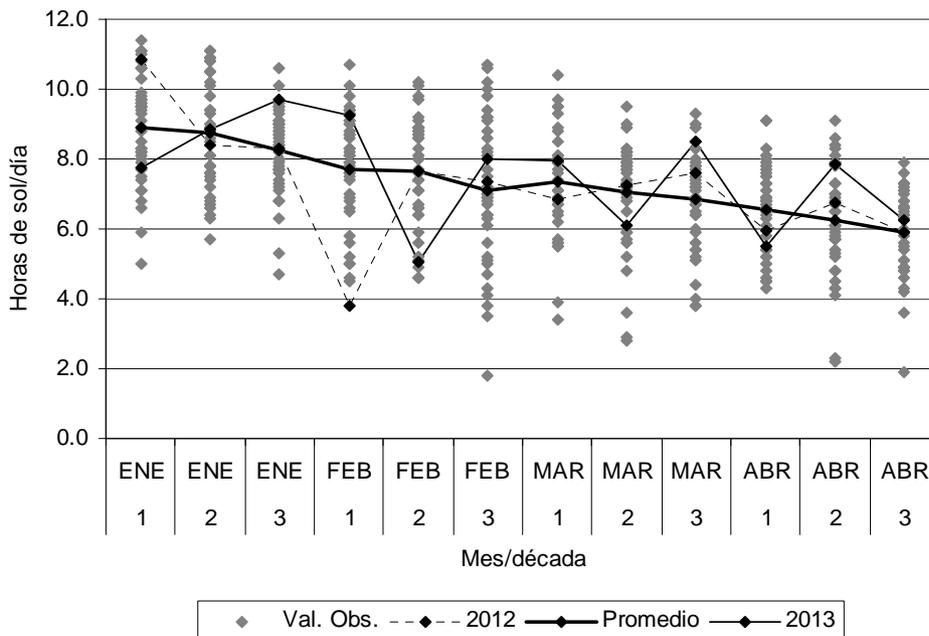


Figura 6. Registros decádicos de heliofanía desde enero a abril.

COMENTARIOS GENERALES

No ocurrieron lluvias altas en la época de siembra y tampoco de enero a abril (excepto en la 1ª década de febrero). La temperatura mínima fue baja en la etapa vegetativa principalmente en noviembre de 2012 pero no ocurrió lo mismo en los dos primeros meses de 2013. La heliofanía fue normal excepto en la 1ª década de febrero lo cual puede haber incidido en el llenado de grano de las primeras siembras.

RIEGO

MANEJO DEL RIEGO: PRODUCTIVIDAD DEL AGUA

A. Roel¹, M.C. Capurro², S. Riccetto³

PALABRAS CLAVE: Momento de inundación, inundación continua, lámina variable, riego restringido

INTRODUCCIÓN

De información generada en años anteriores se desprende que en la fase vegetativa habría cierto margen para ajustar el manejo del riego tradicional (de inundación permanente), sin afectar el rendimiento y por ende aumentando la productividad del agua.

Se han reportado valores de productividad del agua a nivel experimental de 0,2-0,4 kg/m³ en India, 0,3-1,1 kg/m³ en Filipinas (Bouman y Tuong, 2001) y 0,82-2,32 kg/m³ en Wuhan, China, donde se registran precipitaciones de 950 mm durante la zafra de arroz (Hong et al., 2000).

El objetivo del siguiente trabajo es evaluar manejos de agua alternativos en la variedad El Paso 144 que permitan hacer un uso más eficiente del agua, manteniendo o maximizando la productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la zafra agrícola 2012/2013, se instaló un ensayo en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL/INIA), sobre un suelo con las siguientes características: pH (H₂O) =6,3; MO =2,29%; P (Bray)=2,2 ppm; P (Cítrico) =11,8 ppm; K =0,16 meq/100g.

Los datos de manejo generales del cultivo se detallan en el cuadro 1.

Se evaluaron cinco tratamientos agrupados en dos sistemas de riego: inundación continua y riego con déficit controlado (Cuadro 2).

Cuadro 1. Manejo del cultivo

Fecha	Actividad	Detalle
11/09/12	Aplicación herbicida	3,3 l/ha Glifosato
19/10/12	Siembra y fertilización basal	Variedad El Paso 144 - 140 kg/ha 166 kg/ha de 8-39-15 N ₈ P ₃₉ K ₁₅
3/11/12	Emergencia	
12/11/12	Aplicación de herbicida	150 ml/ha Ricer, 0.8 l/ha Clomazone, 60 g/ha Cyperof
29/11/12	Aplicación de herbicida	1,3 l/ha Quinclorac, 5 l/ha Propanil
Variable según trat.	Fertilización	Macollaje: 60 kg/ha de urea
Variable según trat.	Fin de riego	15 días después de alcanzar 50% de floración

Cuadro 2. Tratamientos

Inundación continua	
IC15	Inundación 15 DDE
IC30	Inundación 30 DDE
IC45	Inundación 45 DDE
Riego con déficit controlado	
LV	Con lámina variable (de 0 a 5 cm)
RR	Riego restrictivo (sin lámina de agua)

DDE: Días después de la emergencia.

En el caso de los manejos de riego con déficit controlado, los tratamientos se iniciaron a los 30 DDE hasta el inicio de la fase reproductiva (diferenciación del primordio floral), momento a partir del cual se

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

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

³ INIA. Programa Arroz. sriccetto@inia.org.uy

estableció la inundación continua. El criterio de suministro de agua durante la fase vegetativa fue el siguiente:

- LV: se establecen láminas de 5 cm de profundidad en cada riego y se dejan resumir hasta suelo saturado (encharcado).

- RR: Se inicia en condiciones de suelo saturado. Cuando se consume el 50% del agua disponible en el suelo (25 mm para un perfil de 30 cm de este suelo), de acuerdo al seguimiento de un balance hídrico, se suministra agua de manera de que el suelo vuelva a quedar saturado.

Una vez establecida la inundación permanente, el criterio de riego utilizado consistió en mantener una lámina de agua continua de 10 cm de profundidad, a excepción del tratamiento inundado a los 15 DDE que se manejó una lamina de 5 cm durante la primera semana luego de establecida la inundación (dado por el tamaño de las plantas - estado de 3/4 hojas).

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Los resultados fueron evaluados usando modelos mixtos *PROC MIXED SAS*. Fue establecido un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

RESULTADOS

Efecto sobre la fenología

En el cuadro 3 se muestra el efecto del tratamiento de riego sobre la fenología del cultivo.

Cuadro 3. Efecto del tratamiento de riego sobre la fenología y los días de riego

Tratamiento	Primordio	Floración	Días a floración*	Fin de riego	Días de riego**	Cosecha	Días de ciclo***
Riego continuo							
IC 15	20 dic	30 ene	88	14 feb	87	14 mar	131
IC 30	28 dic	9 feb	98	24 feb	83	1 abr	149
IC 45	7 ene	14 feb	103	1 mar	74	5 abr	153
Riego con déficit controlado							
LV	28 dic	9 feb	98	24 feb	83	1 abr	149
RR	7 ene	11 feb	100	26 feb	85	5 abr	153

*Desde emergencia a 50% floración. **Desde inicio del tratamiento (inundación para los tratamientos de riego continuo y 30 DDE para los tratamientos de riego con déficit controlado) hasta 15 días después del 50% floración. ***Desde emergencia hasta cosecha.

Si bien es lógico esperar que el tratamiento IC 15 presente mayor cantidad de días de riego, respecto al IC 45, por adelantamiento de la inundación; esta diferencia no fue igual a la diferencia en días entre momentos de inundación, debido al efecto que tiene esta variable sobre el ciclo del cultivo. El tratamiento IC 15 el cual se inundó 30 días antes que el tratamiento IC 45, presenta solamente 13 días más de riego.

Efecto sobre el consumo y productividad del agua.

En el cuadro 4 se muestra el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento, el consumo y la productividad del agua de riego y del agua total (considerando el aporte del agua de lluvia).

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos de riego sobre el rendimiento, el consumo y la productividad del agua.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Consumo de agua de riego (m ³ /ha)*	Productividad del agua de riego (kg/m ³)	Consumo agua total (m ³ /ha)	Productividad del agua total (kg/m ³)
Riego continuo					
IC 15	9396	6367	1,50	9717 b	0,97
IC 30	9803	6180	1,61	10560 ab	0,92
IC 45	8555	6778	1,29	11238 a	0,77
riego con déficit controlado					
LV	9415	5464	1,74	9924 b	0,95
RR	8991	5380	1,72	9839 b	0,92
Media	9232	6040	1,56	10266	0,90
CV(%)	8,6	14,7	15,8	6,8	11,9
p>F	ns	ns	ns	0,05	ns

*Incluido baños (únicamente para el tratamiento IC 45). Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para $P < 0,05$.

El rendimiento promedio del ensayo fue de 9232 kg/ha, el cual no se vio afectado por los diferentes tratamientos de riego. Si bien los tratamientos de riego con déficit controlado muestran menores consumos de agua de riego, éstos no difieren estadísticamente. Al evaluar los consumos totales de agua, se observan diferencias entre tratamientos, ya que el aporte de lluvias considerado es diferente para cada uno (es el que se dio desde la emergencia hasta el fin del riego de cada tratamiento: 335 mm para el tratamiento IC15 y 446 mm para el resto de los tratamientos). El tratamiento IC45 es el único tratamiento con baños en la etapa vegetativa (se aplicaron 982 m³ en el baño).

Efecto sobre los componentes del rendimiento

En el cuadro 5 se muestran los componentes del rendimiento para cada tratamiento.

Cuadro 5. Efecto del tratamiento de riego sobre los componentes del rendimiento.

Tratamiento	Panojas/m ² (cosecha)	Nº granos/panoja	Nº granos/m ²	Esterilidad granos (%)	Peso mil granos (g)
15	495	122	60548 b	15,0 a	25,6
30	554	144	79889 a	9,4 b	25,5
45	404	127	51203 b	11,8 ab	26,1
LV	574	128	73327 ab	8,9 b	25,9
RR	510	123	62282 ab	8,9 b	26,4
Media	507	129	65450	10,8	25,9
CV(%)	17,8	10,9	19,3	21,7	2,0
p>F	ns	ns	<0,05	<0,02	ns

Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para P<0,05.

Los componentes afectados por el tratamiento fueron el Nº granos/m² y la esterilidad, la cual es mayor para el tratamiento IC15.

CONCLUSIONES

El tratamiento con inundación temprana tuvo mayores días de riego que el resto de los tratamientos a pesar de presentar un ciclo más corto.

El manejo de LV, a partir de 30 DDE hasta primordio, no retrasa el ciclo del cultivo a cosecha.

Los tratamientos no se diferenciaron en cuanto a la productividad del agua, teniendo un valor promedio de 0,9 kg/m³. Valor intermedio a los obtenidos en las zafas anteriores, de 0,82 kg/m³ (Roel y Cantou, 2011) y 0,94 kg/m³ (Roel y Capurro, 2012) trabajando en la misma variedad.

Este trabajo permite generar información respecto a estrategias de manejo del riego para racionalizar el uso del agua.

BIBLIOGRAFÍA

BOUMAN, B.A.M.; TUONG, T.P. 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. *Agricultural Water Management* 49(1), 11–30.

HONG, L.; LI, Y.H.; DENG, L.; CHEN, C.D.; DAWE, D.; LOEVER, R.; BARKER, R. 2000. Impact of Water-Saving Irrigation Techniques in China: Analysis of changes in water allocations and crop production in the Zhanghe Irrigation System and District, 1996-1998. In: *IWMI Annual Report 1999-2000*. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, pp. 27-35.

ROEL, A.; CANTOU, G.; MARTÍNEZ, S.; CASALES, L.; CAMPOS, F.; FALERO, I. 2011. Manejo del riego: productividad del Agua. Arroz, Resultados experimentales 2010-2011. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión Nº 651. Cap. 2. pp. 1-9.

ROEL, A.; CAPURRO, M.C.; MARTÍNEZ, S. 2012. Manejo del riego: productividad del Agua. Arroz, Resultados experimentales 2011-2012. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión Nº 686. Cap. 2. pp. 1-10.

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

M.C. Capurro¹, A. Roel² y S. Riccetto³

PALABRAS CLAVE: Momento óptimo de cosecha, retiro de agua, caracterización microclimática.

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.

Durante sucesivas zafras, Roel y Cantou estudiaron el efecto de diferentes momentos de retiro de agua y momentos de cosecha para la variedad INIA Olimar. En la zafra 2007-2008 encontraron que para retiros de agua al momento del 50 % de floración (0 DDF) el rendimiento era 10% inferior al resto de los tratamientos. El momento de cosecha que presentó mayores rendimientos fue a los 45 días después del 50% de floración (45 DDF). En el 2011-2012 Capurro y Roel iniciaron un proyecto para estudiar el efecto del momento de retiro de agua y cosecha en la nueva variedad Parao en comparación con EP144. En esa ocasión EP144 vio afectado su rendimiento por el retiro de agua temprano (0 DDF) y el óptimo momento de cosecha se dio a los 45 DDF, mientras que Parao no vio afectado su rendimiento por el retiro de agua y el momento óptimo de cosecha se dio a los 60 DDF.

El presente reporte comunica los resultados de un segundo año 2012-2013 de este estudio, que tiene por objetivo evaluar momentos de retiro del agua y momentos de cosecha que permitan determinar el mejor manejo del cultivo para optimizar el uso del agua y maximizar el rendimiento en la variedad Parao.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: Unidad Experimental Paso de la Laguna – INIA Treinta y Tres, sobre un suelo con las siguientes características: pH (H₂O): 5,53; MO: 3,82 %; P (citríco): 10 ppm; K int.: 0,23 meq/100g.

Manejo: El 19 de octubre de 2012 se sembraron las variedades Parao y El Paso 144 (150 kg/ha y 140 kg/ha de semilla respectivamente) con una fertilización basal de 166 kg/ha de 8-39-15. Ambas variedades se inundaron el 3 de diciembre.

La fertilización nitrogenada se realizó a macollaje, previo a la inundación y en primordio, con 60 y 50 kg/ha de urea en cada momento respectivamente.

En cuanto al manejo de malezas, el 26 de octubre se aplicó 3 l/ha de Glifosato pre-siembra y el 13 de noviembre 0.8 l/ha de Clomazone, 150 ml/ha de Ricer y 60 g/ha de Cyperof.

Diseño experimental: Parcelas divididas en bloques al azar, con tres repeticiones, para cada variedad. A la parcela grande, de 66 m² (10 x 6,6), se le asignó el factor retiro de agua. Esta fue dividida en cuatro subparcelas y cada una de ellas representó un momento de cosecha. Los tratamientos de retiro de agua y momento de cosecha se detallan en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Tratamientos de retiro de agua.

Momento de Retiro (DDF)*	Parao	El Paso 144
0	28 enero	11 febrero
15	12 febrero	26 febrero
30	27 febrero	13 marzo
45	14 marzo	28 marzo
SR**	-	-

*Días después de alcanzar el 50% de floración.

* Días después de alcanzar el 50% de floración.

** Tratamiento sin retiro de agua hasta la cosecha.

Cuadro 2. Tratamientos de Momento de cosecha

Momento de Cosecha (DDF)*	Parao	El Paso 144
30	27 febrero	13 marzo
45	14 marzo	27 marzo
60	27 marzo	13 abril
75	13 abril	26 abril

¹ Ing. Ag., INIA, Programa Arroz 2011-2013. mcapurro@inia.org.uy

² Ph.D. INIA. Programa Arroz. aroel@inia.org.uy

³ INIA. Programa Arroz. sriccetto@inia.org.uy

Eventos fenológicos:

Emergencia: 3 de noviembre (EP 144) y 6 de noviembre (Parao).
 Primordio: 28 de diciembre de 2012.
 Floración: 28 de enero Parao y 11 de febrero El Paso 144.

RESULTADOS
Efecto sobre el rendimiento y sus componentes:

El rendimiento promedio de las variedades fue de 9450 kg/ha y 9800 kg/ha para Parao y EP144 respectivamente, no habiendo diferencias significativas entre sí ($p < 0,05$).

Tanto el efecto del momento de retiro de agua como el momento de cosecha presentan efectos significativos para ambas variedades, no existiendo efecto de la interacción retiro* momento de cosecha (Ret*MC). Los cuadros 3 y 4 muestran el rendimiento y sus componentes para cada variedad.

Cuadro 3. Rendimiento y sus componentes según momento de retiro y de cosecha para la variedad Parao.

Retiro de agua (DDF)	Rend (kg/ha)	Humedad (%)	Verde (%)	Panojas/m ²	Nº granos tot/panoja	Esterilidad (%)	Peso mil granos (g)
0	8197 b	23,2 b	18,9	404	204	28,1	24,4
15	8925 b	23,2 b	21,1	401	190	25,2	25,0
30	10075 a	25,1 a	24,0	463	193	23,6	25,3
45	10190 a	25,2 a	23,1	433	197	24,1	25,7
SR	10173 a	25,3 a	23,5	431	199	24,2	25,1
P(Retiro)	<0,002	0,0003	ns	ns	ns	ns	ns
M. de cosecha (DDF)							
30	8113 b	29,9 a	64,2 a	423 b	199 a	45,2 a	25,1
45	10034 a	25,8 b	15,0 b	424 b	205 a	25,6 b	25,3
60	10026 a	22,8 c	7,2 c	487 a	198 a	17,7 c	25,0
75	9876 a	19,2 d	1,5 d	473 c	184 b	11,8 d	24,9
P(MC)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0004	<0,006	<0,0001	ns
P(Ret*MC)	ns	<0,007	ns	ns	ns	ns	ns
Media	9450	24,4	22,1	427	197	25,1	25,1
CV(%)	6,5	3,4	19,7	15	8,5	16,4	3,9

P: probabilidad; DDF: Días después del 50 % de floración; ns: no significativo. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para $P < 0,05$.

Cuadro 4. Rendimiento y sus componentes según momento de retiro y de cosecha para la variedad El Paso 144.

Retiro de agua (DDF)	Rend (kg/ha)	Humedad (%)	Verde (%)	Panojas/m ²	Nº granos tot/panoja	Esterilida d (%)	Peso mil granos (g)
0	7695 d	18,4 c	4,1 b	468	127	20,1	24,4
15	9571 c	20,1 b	8,0 a	471	141	16,7	25,2
30	10093 bc	21,0 a	8,9 a	466	146	15,8	25,4
45	10890 a	21,2 a	9,1 a	493	149	15,7	26,0
SR	10643 ab	21,6 a	9,1 a	465	141	17,1	25,6
P(Retiro)	<0,0001	<0,0001	<0,002	ns	ns	ns	ns
M. de cosecha (DDF)							
30	10458 a	25,2 a	21,2 a	539 a	142 ab	23,6 a	24,5 b
45	9894 b	22,5 b	8,8 b	528 a	146 a	14,3 b	25,3 a
60	9810 b	18,7 c	1,2 c	395 b	138 b	15,5 b	25,6 a
75	8952 c	15,3 d	0,0 c	430 b	136 b	15,0 b	25,8 a
P(MC)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,03	<0,0001	0,001
P(Ret*MC)	ns	0,0002	0,001	<0,03	ns	ns	ns
Media	9800	20,4	7,2	473	141	17,1	25,3
CV(%)	6,6	3,4	25,2	15,1	8,2	19,2	3,1

P: probabilidad; DDF: Días después del 50 % de floración; ns: no significativo. Letras diferentes entre tratamientos, difieren significativamente para $P < 0,05$.

Para Parao los máximos rendimientos se dan a partir de las cosechas realizadas a los 45 DDF, manteniéndose constantes hasta la última cosecha. Sin embargo el porcentaje de verde de la cosecha

realizada a los 45 DDF (15%) es superior al tolerable por la industria (8%), indicando que al igual que en la zafra pasada el óptimo de cosecha se alcanza a los 60 DDF.

Los retiros de agua tempranos (0 y 15 DDF) afectaron el rendimiento. A excepción del peso de mil granos, todos los componentes del rendimiento se ven muy afectados por el momento de cosecha.

Para EP 144 los rendimientos disminuyen a medida que se atrasa el momento de cosecha, llegando al mínimo en la última cosecha. Si bien el rendimiento es mayor en la cosecha 30 DDF, el % de verde supera ampliamente al exigido por la industria.

Caracterización microclimática:

En los cuadros 5 y 6 se muestra el efecto de la lámina de agua sobre la temperatura y humedad relativa, evaluada desde la floración hasta la última cosecha de la variedad Parao (del 28 de enero al 13 de abril).

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos 0 y SR en el promedio de la temperatura atmosférica media, máxima y mínima a nivel de panoja.

Trat	Media temp (°C)	Máxima	Mínima	Amplitud	Desvío	Nº horas t<15°C	Nº horas t>28°C
SR	20,0	30,2	13,2	17,1	6,9	451	234
0	19,9	30,3	12,7	17,5	7,1	459	247

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos SR y 0 en el promedio de la humedad relativa atmosférica media, máxima y mínima a nivel de panoja.

Trat	Media HR	Máxima	Mínima	Amplitud	Desvío	Nº horas HR<81%	Nº horas HR>99%
SR	89,3	100	59,5	39,9	16,9	453	1211
0	86,4	100	48,0	52,0	22,2	497	1186

En el tratamiento SR se puede observar el efecto buffer que tiene la lámina de agua sobre la temperatura. Este tratamiento presentó una amplitud térmica menor y valores de temperaturas mínimas superiores con respecto al tratamiento de retiro de agua temprano.

En cuanto al efecto de la lámina de agua sobre la HR, el tratamiento SR presenta una HR promedio mayor que el tratamiento con retiro de agua temprano, así como una menor amplitud y menor cantidad de horas con HR < 81%.

CONCLUSIONES

Combinando los resultados de rendimiento y porcentaje de verde para los diferentes momentos de cosecha en cada variedad, el momento óptimo de cosecha para Parao se da a los 60 DDF, mientras que para EP144 el momento óptimo de cosecha se da a los 45 DDF, coincidiendo con los datos observados en la zafra anterior.

Retiros de agua tempranos (0 y 15 DDF) afectan el rendimiento en ambas variedades.

Cronológicamente, ambas variedades presentan el mismo momento óptimo de cosecha (45 DDF para EP144 y 60 DDF para Parao). Esto se da ya que Parao florece 14 días antes. Esta diferencia cronológica es inferior a la obtenida en la zafra 2011-2012 por Capurro y Roel (2012), la cual fue de 8 días. Ambas variedades presentan diferencias en su fenología, Parao florece antes y presenta un período de llenado de grano mayor a EP144.

BIBLIOGRAFÍA

CANTOU, G.; ROEL, A.; FARIÑA, S.; PLATERO, S. 2008. Arroz, resultados experimentales 2007-2008; Riego; Efecto de momentos de retiros de agua y de cosecha en la variedad INIA Olimar. Actividades de difusión 545. pp. 11-23.

CAPURRO, M.C.; ROEL, A.; MARTÍNEZ, S.; MARTÍNEZ, M.; DA FONSECA, E. 2012. Manejo Efecto del momento de retiro del agua y cosecha en las variedades Parao y El Paso 144. Arroz, Resultados experimentales 2011-2012. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 686. Cap. 2. pp. 11-24.

CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO Y OXIDO NITROSO EN EL CULTIVO DE ARROZ

M.C. Capurro¹, G. Cantou², A. Roel³, P. Irisarri⁴, S. Tarlera⁵, A. Fernández⁶, S. Riccetto⁷

PALABRAS CLAVE: Gases de efecto invernadero, potencial de calentamiento global, riego, potencial redox.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz bajo riego es considerado una de las principales fuentes mundiales de emisión de metano (CH₄) derivadas de la actividad humana y una importante fuente de óxido nitroso (N₂O); ambos gases contribuyentes al efecto invernadero y responsables de un 25% del aumento del calentamiento global (Jacobson, 2005; Mosier, 1998, citados por Pereyra, 2009).

En Uruguay se estima que 90% del total de CH₄ emitido proviene del sector agropecuario, un 4% corresponde al generado por el cultivo de arroz (DINAMA, 2006). La cuantificación de emisiones de CH₄ y N₂O es fundamental a la hora de computar la Huella de Carbono del sector arrocerero. Estos valores podrían ser atributos de diferenciación del arroz Uruguayo, o por otro lado, podrían comenzar a ser requisitos en mercados extranjeros. De aquí la importancia de cuantificar la emisión de los GEI.

Existe poca información nacional acerca de los niveles de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en arroz. Las primeras determinaciones fueron realizadas en el marco del Proyecto “Emisiones de metano y óxido nitroso en la rotación arroz-pastura en el este uruguayo”, financiado por el FPTA de INIA (FPTA N° 238, 2007-2010) y ejecutado por Facultad de Química. En este trabajo se constató que el manejo del agua determinó, en gran medida, la dinámica de las emisiones de CH₄ y N₂O.

El presente trabajo tiene como objetivo cuantificar las emisiones de CH₄ y N₂O bajo dos sistemas de manejo diferentes: utilizando prácticas de manejo estándares para el cultivo de arroz en el Uruguay y utilizando sistema de riego contrastante, con déficit controlado. Esta última se plantea como una alternativa para disminuir las emisiones de CH₄, aumentando las de N₂O respecto a un sistema de inundación continua; por lo que sería una herramienta eficaz para mitigar las emisiones de GEI.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo experimental se instaló en la Unidad Experimental “Paso de la Laguna”, sobre un suelo con las siguientes características: pH (H₂O) =6,3, MO =2,29 %, P (Bray) =2,2 ppm, P (Cítrico) =11,8 ppm, K =0,16 meq/100g.

Se evaluaron las emisiones de metano y óxido nitroso para dos sistemas de riego contrastantes: inundación continua (IC30) vs. riego con déficit controlado (RR). El diseño experimental utilizado fue el de parcelas (de 66 m²) en bloques al azar, con seis repeticiones (tres bloques y dos campanas por parcela). El manejo del cultivo se detalla en el cuadro 1.

Cuadro 1. Manejo del cultivo

Fecha	Actividad	Detalle
19/10/2012	Siembra y fertilización	Variedad El Paso 144: 140 kg/ha + 166 kg/ha de 8-39-15
3/11/2012	Emergencia	Emergencia del cultivo
3/12/12	Fertilización	Macollaje: 60 kg/ha de urea
IC30:28/12/12.RR:7/1/13		Primordio: 60 kg/ha de urea**
IC30:3/12/12. RR:7/1/13	Inundación	Establecimiento de la inundación permanente

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

² Ing Agr.,INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. gcantou@inia.org.uy

³ Ing. Agr., PhD.. Programa Arroz. aroel@inia.org.uy

⁴ Ing. Agr., Msc.. Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Agronomía, UDELAR. irisarri@fagro.edu.uy

⁵ Dra., Cátedra de Microbiología, Departamento de Biociencias, Facultad de Química, UDELAR. starlera@fq.edu.uy

⁶ Dra., Cátedra de Microbiología, Departamento de Biociencias, Facultad de Química, UDELAR. afernand@fq.edu.uy

⁷ INIA, Programa Arroz. sriccetto@inia.org.uy

El tratamiento IC30 consiste en establecer una lámina permanente de agua a partir de 30 días después de la emergencia (DDE). El tratamiento RR se inicia a los 30 DDE estableciendo la condición de suelo saturado. Cuando se consume el 50% del agua disponible en el suelo, se suministra agua de manera que el suelo quede saturado nuevamente. Este tratamiento continúa hasta el estado de primordio floral, en este momento se establece la inundación permanente. El criterio de riego utilizado para inundación permanente fue el mismo para ambos tratamientos y consistió en mantener una lámina de agua continua de 10 cm de profundidad. Se dejó de suministrar agua a los 15 días después del haber alcanzado el 50% de floración. Se llevaron registros del potencial de oxidación y reducción (redox) del suelo durante el período de mediciones para ambos tratamientos.

Para cuantificar las emisiones de CH_4 y N_2O se utilizó el “método de cámaras cerradas”, utilizando cilindros de acrílico transparentes (diseñados en el marco del FPTA N° 238), colocadas sobre una base de acero inoxidable enterrada en el suelo durante todo el transcurso del experimento. La unión de ambas partes se aseguró mediante un cierre de agua para evitar el escape de los gases. Las cámaras contaron con un termómetro interno, un ventilador a batería para asegurar la homogeneidad de la atmósfera interior y un globo de goma, atravesando su sección superior, para mantener el equilibrio entre las presiones externa e interna de la cámara.

La extracción de gases se inició a las 12 pm y el criterio fue diferente para cada gas. Para N_2O , se realizó desde emergencia hasta dos semanas después de establecida la inundación permanente (una vez por semana) y 15 días posteriores al drenaje de la parcela. Se extrajeron 3 medidas a intervalos de 15 minutos (tiempos 0-15'-30'). Para CH_4 los momentos de muestreo fueron a partir de dos semanas desde la inundación hasta dos semanas después de realizado el drenaje de la parcela (una vez por semana). Se toman 3 muestras a intervalos de 30 minutos (tiempos 0-30'-60').

El análisis de las concentraciones de CH_4 y N_2O en las muestras se realizó mediante cromatografía gaseosa en los Laboratorios de Microbiología de las Facultades de Química y Agronomía. La tasa de emisión de ambos gases se calculó según Watanabe et al. (2000): $F = \rho \cdot h \cdot (dC/dt)$. Para el cálculo de las concentraciones de ambos gases, se corrigieron los valores de emisiones considerando las temperaturas medias de cada día para tener el dato de emisión media diaria de los mismos.

RESULTADOS

Se observó en ambos tratamientos un aumento progresivo de la tasa de emisión de metano a partir de la inundación permanente (30 DDE para IC30 y 67 DDE para RR). El nivel máximo alcanzado se encuentra cercano a la floración (98 DDE para IC30 y 100 DDE para RR) para luego disminuir hasta el fin del ciclo y drenaje. El nivel máximo alcanzado en IC30 fue 54% mayor al detectado en el tratamiento RR (9,1 vs. 4,2 kg/ha/d CH_4 , respectivamente). Se determinó una emisión total de CH_4 de 250 kg/ha para IC30 y 96 kg/ha, para RR. Para este último, la aplicación de riegos intermitentes durante el período vegetativo (desde 30 a 65 DDE) afectó el patrón de emisión de CH_4 , así como los valores diarios obtenidos luego de establecida la inundación. Se determinó una emisión total de CH_4 de 250 y 193 kg/ha, para IC30 y RR, respectivamente.

Los patrones de emisión de N_2O fueron parecidos entre ambos tratamientos, los máximos alcanzaron valores de 90 y 83 g/ha/d de N_2O para IC30 y RR, respectivamente. En RR, se detectaron valores de emisión de N_2O durante el período de muestreo de 11 a 67 DDE, debido a que en este se aplicaron riegos intermitentes, alternando períodos de suelo húmedo y seco, generando condiciones favorables para la producción de N_2O . No se continuaron los muestreos posteriormente al establecimiento de la inundación permanente. Se asume que no habrían emisiones ya que ante condiciones anaeróbicas estrictas, se restringe la emisión de este gas (Towprayoon et al., 2005). Luego del retiro de agua (previo a la cosecha), se detectaron valores bajos de N_2O en ambos tratamientos. Se determinó una emisión total de N_2O de 980 y 2105 g/ha, para IC30 y RR, respectivamente.

Los registros de potencial redox reflejaron las condiciones del suelo en los distintos tratamientos. El potencial redox disminuyó gradualmente a partir de la inundación (condición de anaerobiosis, suelo reducido) llegando a valores similares en ambos tratamientos; y aumentó a partir del drenaje (oxigenación del suelo, condición de oxidación). En el tratamiento RR el potencial redox se mantuvo en valores superiores y con períodos de alternancia por más tiempo, durante el transcurso de los riegos intermitentes. Los resultados muestran claramente como el tratamiento del agua afecta el potencial de oxidación y reducción del suelo y éste a su vez, las emisiones de CH_4 y N_2O .

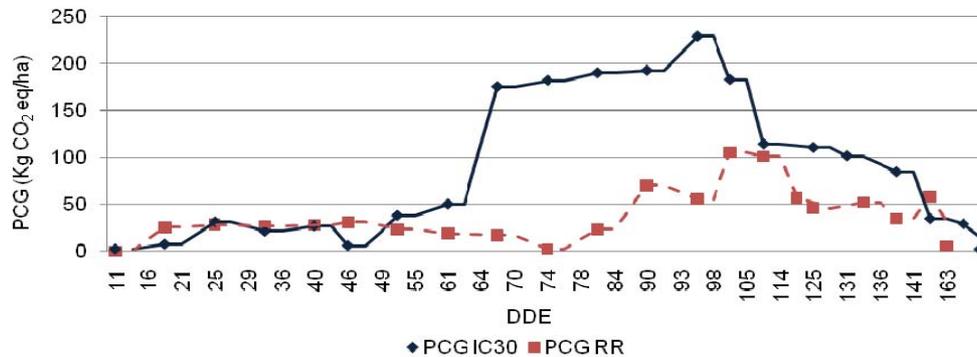


Figura 1. Potencial de Calentamiento Global (PCG) para IC30 y RR.

En cuanto al Potencial de Calentamiento Global (PCG), durante todo el ciclo del cultivo de arroz, el gas de mayor contribución fue el CH₄. Se encontró que el N₂O tuvo una contribución al PCG del 4% para el IC30, en cambio para el RR la contribución fue del 19%.

Los resultados muestran que la aplicación de un sistema de riego con déficit controlado (RR) permitiría reducir el PCG en un 53% respecto a un sistema manejado en condiciones estándares (IC30): 2989 vs 6535 kg/ha CO₂eq., respectivamente. Por lo que sería una buena opción para mitigar las emisiones de GEI. Dichos resultados concuerdan con los encontrados en zafras anteriores. Sin embargo, el tratamiento RR presenta complejidades en su operativa. Implica un control muy estricto del agua en suelo y a su vez, el manejo restrictivo del agua hace que sea altamente riesgoso lograr la concreción de altos rendimientos. Por lo tanto, a nivel de chacra, es difícil su implementación.

La emisión de los gases expresada como CO₂ equivalente por kg de arroz producido, muestra que el tratamiento RR emite 50% menos de CH₄ + N₂O por unidad de producto respecto al IC30 (0.33 vs 0.67). Se resalta el hecho de que ambos tratamientos obtienen una muy buena eficiencia, si los comparamos con los que aparecen en la bibliografía: 1,42 kg CO₂ eq/kg de arroz cáscara en China.

CONCLUSIONES

El manejo del agua afectó las tasas de emisiones de los gases evaluados. La aplicación del sistema de riego con déficit controlado (tratamiento RR), introdujo fluctuaciones en la humedad del suelo (alternancia de periodos de suelo oxidado-reducido) que influyó en las emisiones de ambos gases. Este trabajo muestra cómo las prácticas de manejo del agua interaccionan con los niveles de emisión de los GEI y constituye el pilar inicial para desarrollar buenas prácticas de manejo que permitan alcanzar buenos niveles productivos, preservando a su vez el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- TOWPRAYOON, S., SMAKGahn, K., POONKAEW, S.** 2005. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from drained irrigated rice fields. In *Chemosphere*, v. 59, p. 1547-1556.
- IRISARRI, P; TARLERA, S.; FERNÁNDEZ, A.; PEREIRA, V.; URRABURU, M.; TERRA, J.** 2010. Arroz y gases de efecto invernadero. *Revista Arroz* N° 62. Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA).
- PEREYRA; V.** 2009. Emisiones de metano y óxido nítrico en arrozales de la zona este del Uruguay: el manejo de cultivo como factor determinante. *Profundización en Biotecnología, Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Química-Facultad de Ciencias-UDELAR.* 40 p.

MANEJO DE SUELOS Y NUTRICIÓN VEGETAL

RESPUESTA DEL CULTIVAR PARAO A DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOSIS DE NITRÓGENO EN TRES AMBIENTES

R. Méndez¹, E. Deambrosi², J. Castillo³, S. Martínez⁴, B. Sosa⁵, L. Casales⁶

PALABRAS CLAVE: Densidad de siembra, nitrógeno, arroz

1. INTRODUCCIÓN

Es importante conocer el manejo agronómico en referencia a la densidad de siembra y dosis de nitrógeno (N) para los cultivares que surgen del programa mejoramiento debido al origen y características agronómicas de los mismos. Así, trabajos anteriores en estas prácticas para el cultivar INIA Tacuarí permitieron realizar su manejo adecuado a nivel comercial (Deambrosi y Méndez, 1995). El mismo trabajo se efectuó con los cultivares indica: El Paso 144 e INIA Olimar (Deambrosi y Méndez, 2007). Por lo tanto, se justifican estos trabajos en distintas localidades donde se cultiva, ya que cuando se efectúe la siembra en forma comercial se conozca el manejo a realizar. El cultivar Parao es de alto potencial de rendimiento y de calidad de grano americano, resultante de un cruzamiento realizado en 1996 por investigadores del programa de mejoramiento genético de arroz de INIA Treinta y Tres (Molina et al., 2011). El objetivo de los trabajos es la determinación de la densidad de siembra y dosis de N adecuados para el nuevo cultivar en tres localidades de la cuenca de la Laguna Merim.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo con el mismo diseño experimental fue sembrado en las siguientes localidades: La Charqueada, Rincón y Arroyitos (San Luis, Rocha).

El diseño utilizado fue un factorial en parcelas divididas dispuesto en bloques al azar con tres repeticiones. En la parcela principal se ubicaron dos cultivares: Parao y El Paso 144. Dentro de cada parcela se instaló el factorial resultante de cuatro densidades de siembra: 143, 309, 475 y 641 (en semillas viables/m²), y cuatro dosis de nitrógeno de 0, 50, 100 y 150 kg/ha de N divididos 50% y 50% al macollaje e inicio de elongamiento de entrenudos. El número de semillas viables/m² corresponden a 44, 95, 146 y 198 kg/ha de semilla para el cultivar Parao y de 41, 88, 136 y 183 kg/ha para el cultivar El Paso 144 respectivamente.

En La Charqueada se sembró el 20 de octubre con fertilización anticipada por el productor de 100 kg/ha de Fosfato de Amonio y 60 kg/ha de Cloruro de Potasio. Los tratamientos de aplicación de N se efectuaron el 16 de noviembre al macollaje y el 17 de diciembre al inicio de la etapa reproductiva. En la localidad de Rincón la siembra se realizó el 15 de octubre con fertilización anticipada de 260 kg/ha de 6-26-30 y las coberturas de N el 17 de noviembre al macollaje y el 17 de diciembre al inicio de la etapa reproductiva. En Arroyitos el ensayo fue sembrado el 3 de noviembre con 59 kg/ha de P₂O₅. Las fechas de los tratamientos con N fueron: al macollaje el 15 de diciembre y el 10 de enero al inicio de elongamiento de entrenudos. En las tres localidades la aplicación de N fue con la fuente urea y se hicieron en seco al macollaje con inundación inmediata y al inicio de la etapa reproductiva se drenó el agua del ensayo se aplicó la urea de los tratamientos y repuso el agua a los dos días siguientes.

Previo a la siembra se realizó un muestreo de suelos por bloque cuyos resultados se observan en los cuadros 1, 2 y 3.

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

² MSc INIA Treinta y Tres hasta diciembre 2011. enrique.deambrosi@gmail.com

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

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

⁵ Téc. Agrop. INIA. Programa Arroz

⁶ Asistente Inv.

Cuadro 1. Resultado del análisis de suelos al momento de la siembra. La Charqueada

Bloque	pH (H ₂ O)	C. org. (%)	Bray I (ppm)	Ac. Cítrico (ppm)	K (meq/100g)
1	6.1	2.2	19.7	18.7	0.39
2	6.0	1.7	8.4	6.3	0.25
3	6.0	1.8	11.1	9.1	0.22

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

Bloque	pH (H ₂ O)	C. org. (%)	Bray I (ppm)	Ac. Cítrico (ppm)	K (meq/100g)
1	5.5	1.3	17.9	14.6	0.30
2	5.5	1.3	25.8	21.4	0.28
3	5.4	1.4	20.1	17.3	0.27

Cuadro 3. Resultado del análisis de suelos al momento de la siembra. Arroyitos

Bloque	pH (H ₂ O)	C. org. (%)	Bray I (ppm)	Ac. Cítrico (ppm)	K (meq/100g)
1	6.8	3.6	9.4	9.1	0.40
2	6.6	3.6	9.5	9.1	0.36
3	6.4	4.0	7.7	7.7	0.36

3. RESULTADOS

Los resultados en rendimiento en grano se muestran en el cuadro 4 para los tres ambientes. En La Charqueada se observa que Parao se ajusta al N en forma lineal y muestra rendimientos superiores a El Paso 144 en dosis superiores de N (figura 1). Para Parao el máximo físico está fuera del rango probado y para El Paso 144 que ajustó una ecuación cuadrática, fue de 128 kg/ha de N. En Rincón en la interacción var x N se encontró ajuste lineal para Parao ($y = 9027 + 13.62X$, $R^2 = 0.290^{**}$) y por tanto con el máximo fuera de rango y para El Paso 144 no hubo ajuste significativo ya con 50 kg/ha de N se obtendrían rendimientos óptimos según la separación de medias por Tukey. En Arroyitos no se obtuvo interacción var x N y se encontró efecto simple del N para ambos cultivares donde la ecuación fue lineal $y = 6655 + 9.004X$ siendo el $R^2 = 0.247^{**}$.

Cuadro 4. Resultado de los efectos sobre el rendimiento en grano en los tres ambientes.

Efecto	La Charqueada	Rincón	Arroyitos
Variedad	ns	ns	ns
Densidad	<.0001	<.0001	0.0002
Nitrógeno	<.0001	<.0001	<.0001
Var. x Dens.	ns	ns	ns
Var. x Nitro.	<.0001	0.0086	ns
Dens. x Nitro.	ns	ns	ns
Var. x Dens. x Nitro.	ns	ns	ns
Promedio	11226	10380	7330
CV (%)	7.1	7.0	9.4

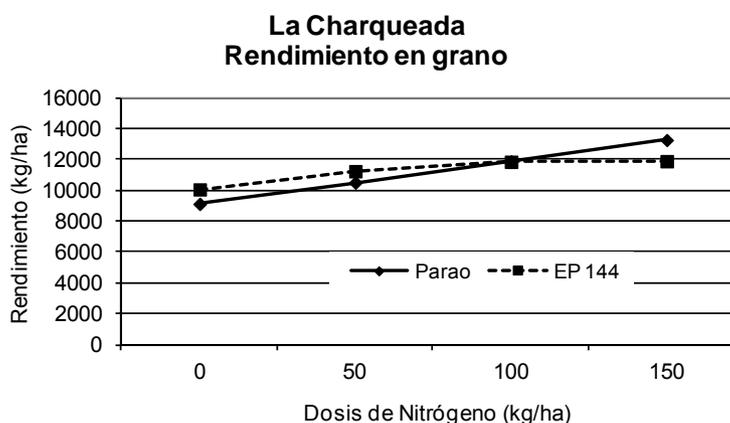


Figura 1. Resultados de la interacción entre variedad y dosis de N en rendimiento en grano

Para el efecto de la densidad de siembra en La Charqueada no hubo ajuste polinómico y se realizó comparación de medias por la prueba Tukey en donde con la densidad de 143 semillas viables/m² se obtuvo el rendimiento inferior y diferente a las restantes densidades que no fueron diferentes entre ellas según la prueba. En Rincón el rendimiento se ajustó a una curva cuadrática ($y = 8877 + 6.62X - 0.0058X^2$) con un máximo físico de 569 semillas viables/m² que corresponderían aproximadamente a 163 kg/ha de semilla para El Paso 144 y de 175 kg/ha para Parao. En Arroyitos se ajustó una ecuación cuadrática para la densidad ($5884 + 7.208X - 0.0073X^2$) siendo el máximo de 491 semillas viables/m² que corresponden a 141 kg/ha de semilla para El Paso 144 y de 151 kg/ha para Parao.

4. CONCLUSIONES

Para La Charqueada el máximo físico de Parao está fuera de rango y para El Paso 144 fue de 128 kg/ha de N. La densidad de siembra adecuada sería de 309 semillas viables/m² que corresponden a una densidad de siembra de aproximadamente de 100 kg/ha de semilla para ambos cultivares. En Rincón el máximo físico de N no está dentro del rango estudiado y para El Paso 144 con 50 kg/ha de N se obtendrían rendimientos aceptables al no haber ajuste polinomial. La densidad de siembra adecuada sería de 569 semillas viables/m² (163 y 175 kg/ha de semilla para El Paso y Parao). En Arroyitos el máximo físico para ambos cultivares está fuera de rango y la densidad óptima fue de 491 semillas viables/m² (141 y 151 kg/ha de semilla para El Paso y Parao respectivamente).

5. AGRADECIMIENTOS

A los Productores Raúl Servetto, Sergio Gómez y Edison De Oliveira Chagas

6. BIBLIOGRAFÍA

DEAMBROSI, E., MÉNDEZ, R. 1995. Respuesta de cultivares de arroz a densidades de siembra en diferentes niveles de fertilización nitrogenada. INIA Treinta y Tres Resultados Experimentales 1994-1995, 2:2-8.

DEAMBROSI, E., MÉNDEZ, R. 2007. Respuesta de cultivares de arroz de tipo indica a densidades de siembra y aplicaciones de nitrógeno en la zona Este de Uruguay. Serie Técnica N° 167, INIA Treinta y Tres, 36 p.

MOLINA, F.; BLANCO, P.; PÉREZ DE VIDA, F. 2011. Parao INIA, nuevo cultivar de arroz, L 5502, Parao, Características y comportamiento. Revista Arroz (Uruguay) 68: 26-32

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

R. Méndez¹, J. Castillo², S. Martínez³, B. Sosa⁴, L. Casales⁵

PALABRAS CLAVE: Fraccionamiento del N, nitrógeno, arroz

1. INTRODUCCIÓN

En las condiciones en que se efectúa el cultivo en nuestro país con siembra en suelo drenado y posterior inundación el fraccionamiento de la dosis total en distintos momentos del ciclo es más eficiente en el aprovechamiento del nutriente. Con la liberación de los cultivares El Paso 144 e INIA Tacuarí 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 Merim debido al mayor rendimiento y al tipo de planta. El mismo esquema de trabajo con iguales procedimientos y objetivos se realizaron con el cultivar INIA Olimar.

Para el nuevo cultivar Parao debido a sus características agronómicas 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. Este cultivar de calidad de grano americano y alto potencial de rendimiento es el resultado de un cruzamiento entre una línea experimental del Programa Mejoramiento Genético de Arroz e INIA Tacuarí realizado en 1996.

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

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño utilizado fue un factorial dispuesto en bloques al azar con cuatro repeticiones. El primer factor fue 5 fraccionamientos y el segundo 3 dosis de N totalizando 15 tratamientos (Cuadro 3). Fue instalado en dos localidades con el mismo diseño: La Charqueada y Paso de la Laguna.

Previo a la siembra se realizó un muestreo de suelos por bloque cuyos resultados se observan en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Resultado del análisis de suelos al momento de la siembra. La Charqueada

Bloque	pH (H ₂ O)	C. org. (%)	Bray I (ppm)	Ac. Cítrico (ppm)	K (meq/100g)
1	6.4	2.1	25.3	29.6	0.29
2	6.2	1.9	18.3	21.4	0.27
3	6.2	2.1	19.4	21.4	0.29
4	6.2	1.9	19.0	21.4	0.27

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	5.8	1.6	9.1	11.8	0.27
2	5.8	1.7	9.1	11.8	0.28
3	5.9	1.8	9.4	10.4	0.26
4	5.9	1.8	8.3	9.1	0.25

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 Asistente Inv.

Cuadro 3. Información sobre los tratamientos

Fraccionamiento	%Dosis N macollaje	% Dosis EE	Dosis de N (kg/ha)
1	0	100	50
2	25	75	50
3	50	50	50
4	75	25	50
5	100	0	50
1	0	100	100
2	25	75	100
3	50	50	100
4	75	25	100
5	100	0	100
1	0	100	150
2	25	75	150
3	50	50	150
4	75	25	150
5	100	0	150

En La Charqueada la fecha de siembra fue el 20 de octubre con una fertilización anticipada por parte del productor con 110 kg/ha de supertriple y 50 kg/ha de cloruro de potasio (0-51-30). Se sembró con 475 semillas viables/m² (147 kg/ha de semilla). Las fechas de las coberturas que correspondieron a los tratamientos fueron: al macollaje el 20 de noviembre y al inicio de elongamiento de entrenudos el 29 de diciembre. 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 19 de octubre con 475 semillas viables (158 kg/ha de semilla) con aplicación de 120 kg/ha de supertriple (0-55-0). Los tratamientos de N como urea se efectuaron el 21 de noviembre, al macollaje y el 20 de diciembre al inicio de la etapa reproductiva. 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.

3. RESULTADOS

En La Charqueada, en rendimiento en grano, se obtuvieron efectos significativos del fraccionamiento (figura 1) en donde se observa el fraccionamiento de 25% al macollaje y 75% a la elongación como el mejor pero con el test de Tukey no hay diferencias entre ellos. También se encontró efecto significativo de la dosis de N (figura 2) en donde la regresión fue lineal sin máximo en el rango estudiado.

En Paso de la Laguna no se obtuvieron efectos del fraccionamiento ni de las dosis de N. El rendimiento promedio fue de 7830 kg/ha con un CV% de 9.5. Este ensayo tuvo una mala implantación y posteriormente experimentó efectos en el crecimiento y desarrollo debido al herbicida por lo que puede ser la causa de la falta de respuesta en rendimiento.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados particulares del ensayo de La Charqueada y las condiciones del año el cultivar Parao tendría mejor respuesta con una distribución del N mayor de la dosis total de N al inicio del elongamiento de entrenudos.

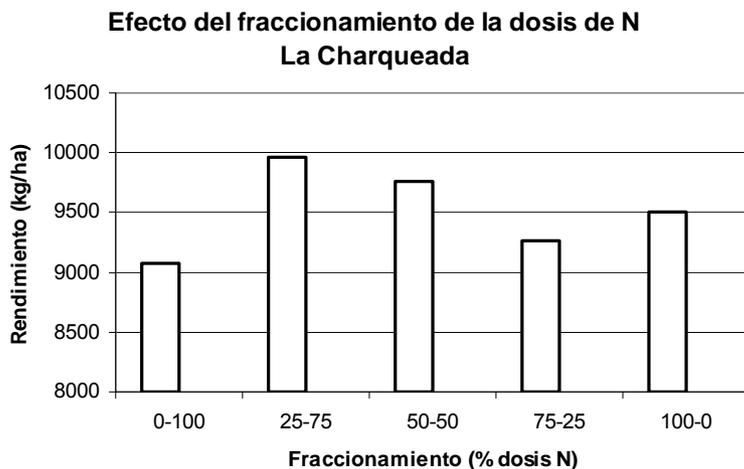


Figura 1. Efecto del fraccionamiento del N en el rendimiento en grano

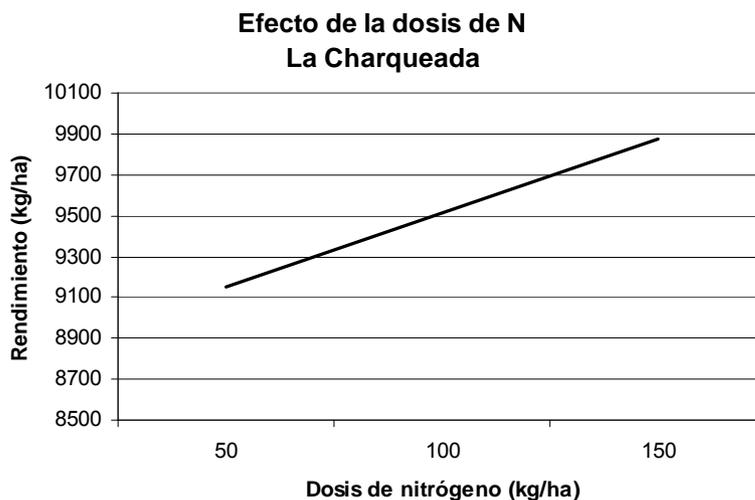


Figura 2. Efecto de la dosis de N en el rendimiento en grano.

5. AGRADECIMIENTOS

Al productor Raúl Servetto por permitir la siembra del ensayo en su chacra y al Ing. Agr. Marcelo Segovia por la asistencia en el mantenimiento del mismo.

FERTILIZACIÓN N EN ARROZ EN BASE A INDICADORES OBJETIVOS

J. Castillo¹, J. Terra² R. Méndez³

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

1. INTRODUCCIÓN

El N es por excelencia el nutriente requerido en mayor cantidad por el arroz y el que promueve las mayores respuestas en productividad. En Uruguay, el INIA realiza un ajuste en el manejo de la fertilización N de cada variedad de arroz liberada al mercado, si bien a nivel comercial la cantidad de N utilizado ronda los 50 - 60 kg/ha N, independientemente del antecesor inmediato, historia, manejo del suelo, fertilidad natural y variedad. Por otro lado, no se cuenta con parámetros que asociados a los ensayos de respuesta permitan predecir la ocurrencia o no de respuesta en rendimiento frente al agregado de N.

A nivel internacional existen numerosos trabajos que combinan análisis de suelos rutinarios (Russell et. al. 2005), otros que estiman fracciones orgánicas de N en suelo (Roberts et. al. 2011), algunos que estiman mineralización de N del suelo (Sahrawat et. al. 2003), en pro de predecir los rangos óptimos de fertilizante N a utilizar tomando como base los parámetros mencionados. En nuestras condiciones en la zafra 2011-12 fueron instalados 11 experimentos a nivel de campo con el propósito de buscar indicadores asociados a la respuesta en rendimiento por el agregado de N en los momentos de V6 y R0 (Castillo et. al. 2012). Estos autores identificaron como potenciales indicadores al potencial de mineralización de N (P.M.N) ($R^2=0,65$) al momento de V6 y la absorción de N ($R^2= 0,69$) y el contenido de M.S al estadio de R0 ($R^2=0,49$).

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

35 experimentos a nivel de campo han sido instalados en cultivos comerciales del este y norte del país entre las zafra 2011-12 y 2012-13. 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 porcentaje Saturación Bases mientras sobre el cultivo se analizó acumulación de M.S, % de N y absorción de N.

A R0-R1, fueron tomadas nuevamente muestras de suelo (0 - 0,15 m) y planta en este caso para analizar contenido de amonio NH₄ 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).

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

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

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

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

Incluyendo en la base experimental los resultados del segundo set de datos, fue posible encontrar indicadores asociados a la respuesta en rendimiento frente al agregado de N en V6 y R0. Nuevamente los parámetros P.M.N y la absorción de N fueron los indicadores de mejor ajuste, si bien otros indicadores aparecen como promisorios como se aprecia en el cuadro.

Cuadro 1. Coeficientes de determinación (R^2) de los mejores parámetros evaluados para los momentos de V6 y R0 en el acumulado de zafras 2011- 2013.

Cuadro 1. Título de tabla en un artículo.

Indicador	V6 (macollaje)	R0 (primordio)
P.M.N (mg NH ₄ /kg suelo)	0,55	
C.Org (%)	0,10	
NH ₄ suelo (ppm) **		0,54
C.I.C (meq/100 gr)	0,21	
N suelo (%)	0,35	
M.S (kg/ha)		
Absorción N (kg/ha)	0,26	0,55

Aún habiendo triplicado la base experimental respecto a la primera zafra de análisis, se obtuvieron buenos coeficientes de determinación para los parámetros P.M.N, absorción de N y NH₄ en suelo a R0.

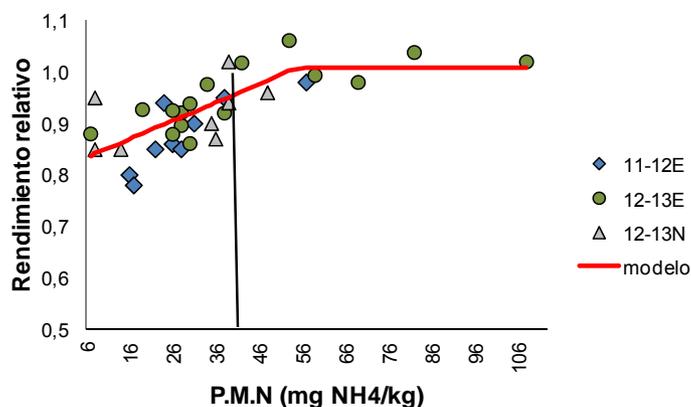


Figura 1. Respuesta a la fertilización N de los 35 experimentos analizados en función del P.M.N al estadio de V6 en 2 zafras y diferentes localidades.

Se logró ajustar un modelo lineal plateau entre los rendimientos relativos y el valor de P.M.N, estableciéndose un nivel crítico (NC) de 52 unidades de P.M.N (mg/kg NH₄). El modelo estimado es igual a $y = 0,807 + 0,0036x$; $x \leq NC$. Como se aprecia en la figura 1 las chacras por debajo del NC tiene una alta probabilidad de presentar respuesta a la fertilización N en comparación con las que están por encima de este.

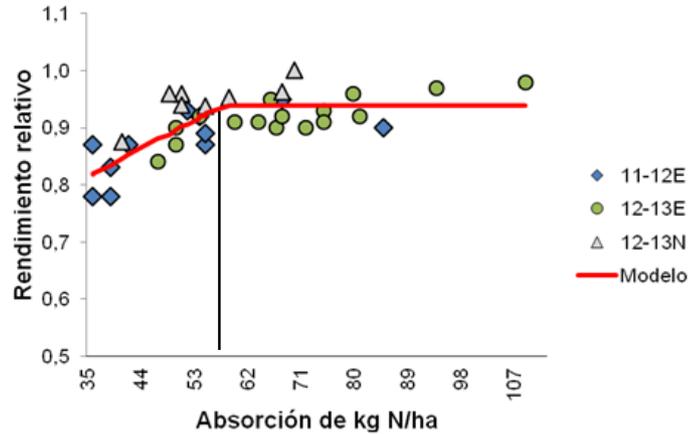


Figura 2 Respuesta a la fertilización N de los 35 experimentos analizados en función de la absorción de N al estadio de R0 en 2 zafas y diferentes localidades.

También para este indicador fue posible realizar un ajuste entre los rendimientos relativos y la absorción de N (kg/ha) al estadio de R0. El NC calculado fue de 58 kg/ha de N absorbido siendo el modelo estimado = $y = 0,614 + 0,0056x$; $x \leq \text{NC}$.

3. CONCLUSIONES

El análisis en conjunto de toda la base de datos identifica por segundo año consecutivo a los parámetros P.M.N y absorción de N (kg/ha) como potenciales indicadores para predecir la respuesta a la fertilización N, así como al porcentaje de N del suelo y el contenido de NH4 del suelo para los momentos de V6 y R0 respectivamente.

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)

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 hydrolyzable-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

ANTICIPACIÓN, CRITERIOS Y MODALIDADES DE APLICACIÓN DE FÓSFORO SOLUBLE EN UN CULTIVO DE ARROZ SEMBRADO CON CERO LABOREO

R. Méndez¹, J. Castillo², E. Deambrosi³, B. Sosa⁴

PALABRAS CLAVE: Fósforo, arroz

1. INTRODUCCIÓN

Algunos productores están aplicando el fertilizante con anticipación a la siembra tanto de fertilizantes binarios como solo con fósforo (P) a los efectos de tener una mayor agilidad de siembra. También existe poca información referente a criterios y modalidades de aplicación del fertilizante a la siembra.

Por lo tanto, se planteó un ensayo con el objetivo de comparar los efectos de anticipar el P soluble, los criterios y modalidades de aplicar el nutriente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló en la Unidad Experimental Paso de la Laguna sobre un suelo preparado en el verano previo. En el mismo nació raigrás el cual recibió una aplicación de glifosato 44 días antes de la siembra. Para la determinación de la cantidad de fertilizante a aplicar por encima del nivel crítico se efectuó un análisis de suelos cuyos resultados se muestran en el cuadro 1. El nivel crítico utilizado fue 7 (Hernandez y Berger, 2003) se le restó el promedio (5.5 ppm) y se multiplicó por 11 kg/ha de P₂O₅ para elevar 1 ppm hasta llegar a 7 (Deambrosi, Méndez y Castillo, 2011) siendo 36 kg/ha de P₂O₅ la cantidad a aplicar para obtener el tratamiento usando el nivel crítico.

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

Bloque	pH (H ₂ O)	C. org. (%)	Bray I (ppm)	Ac. Cítrico (ppm)	K (meq/100g)
1	6.1	1.84	5.8	6.9	0.28
2	6.1	2.04	3.7	5.5	0.27
3	6.0	1.81	3.7	5.5	0.29
4	6.0	1.81	2.7	4.1	0.23
Promedio			4.0	5.5	

La descripción de los tratamientos utilizados se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos del ensayo.

Tratamiento	Dosis P ₂ O ₅ /NE	Fecha	DAS	Forma aplicación
1	100	04/09	44	Voleo
2	100 + 18 NE	04/09	44	Voleo
3	100	18/10	0	Voleo
4	100 + 18 NE	18/10	0	Voleo
5	99	18/10	0	Línea
6	99 + 18 NE	18/10	0	Línea
7	Según NC 36	18/10	0	Voleo
8	Según NC 36 + 18 NE	18/10	0	Voleo
9	Según NC 40	18/10	0	Línea
10	Según NC 40 + 18 NE	18/10	0	Línea
11	Tgo 0 P ₂ O ₅ y 0 N			
12	Tgo 0 P ₂ O ₅ + 18 NE			

DAS: Días antes de la siembra; Según NC (Nivel Crítico); NE: nitrógeno a la emergencia

La siembra se realizó el 18 de octubre con 490 semillas viables/m² de la variedad El Paso 144 (145 kg/ha de semilla). Las coberturas con urea fueron cada una de 50 kg/ha al macollaje e iniciación de elongamiento de entrenudos. En este último estado se efectuó un muestreo de plantas a ras del suelo

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

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

³ MSc, INIA hasta diciembre 2011. enrique.deambrosi@gmail.com

⁴ Téc. Agrop. INIA. Programa Arroz

para determinar el contenido de fósforo en planta, materia seca y fósforo absorbido en aquel estado. Finalmente a la cosecha se determinó el rendimiento y sus componentes.

3. RESULTADOS

En el cuadro 3 se muestran los resultados estadísticos para las variables determinadas al elongamiento de entrenudos (materia seca, contenido de P en planta y P absorbido). Para las mismas no se encontraron efectos significativos debido a los tratamientos aplicados.

Cuadro 3. Resultado estadístico de los registros efectuados al elongamiento de entrenudos.

Tratamiento	MSee (kg/ha)	Contenido de P (%)	P absorbido (kg/ha)
1	2593	0.258	6.577
2	2849	0.248	6.678
3	2554	0.255	6.455
4	3112	0.248	7.632
5	2989	0.250	7.450
6	3321	0.260	8.627
7	2736	0.267	7.258
8	2944	0.245	7.290
9	2439	0.260	6.385
10	2700	0.257	6.987
11	2511	0.272	6.850
12	2692	0.258	7.090
Prob.	ns	ns	ns
Promedio	2787	0.256	7.132
CV (%)	19.8	8.2	22.7

Los resultados en el rendimiento en grano y sus componentes se observan en el cuadro 4. No se obtuvieron efectos significativos para las características mencionadas. No se encontró respuesta a P debido probablemente al nivel de P resultante del análisis de suelos.

Cuadro 4. Resultados de los registros en rendimiento de grano y componentes del mismo

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Panojas/m ²	G. llenos/ panoja	G. vac/ panoja	G. tot./ panoja	Est. (%)	Pmg (g)
1	9224	524	91	14	104	12.9	27.58
2	8700	478	84	12	97	12.6	27.41
3	9178	537	95	15	111	13.5	27.48
4	8126	451	92	13	105	12.5	27.53
5	8441	586	84	14	98	14.4	27.18
6	8856	466	87	12	98	12.7	27.29
7	8720	529	91	11	102	11.1	27.04
8	8603	512	87	13	100	12.4	27.44
9	8576	471	84	14	98	13.8	27.19
10	8574	517	86	11	97	11.6	27.18
11	8599	456	95	13	107	11.5	27.28
12	7624	490	82	11	92	11.5	27.19
Prob.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Promedio	8601	501	88	13	101	12.6	27.32
CV (%)	11.8	17.8	12.0	22.6	12.0	16.8	1.2

G. llenos: granos llenos; G. vac: granos vacíos; G. tot: granos totales; Est.: esterilidad; Pmg: Peso de mil granos

3. CONCLUSIONES

Para las condiciones en que se efectuó el ensayo no se puede concluir sobre la anticipación de la fertilización con fósforo antes de la siembra, modalidades y criterios de fertilización con P debido a la falta de respuesta al P. En suelos de la Unidad La Charqueada no se ha encontrado respuesta a P aún con niveles bajos del nutriente según análisis de suelos.

4. AGRADECIMIENTOS

Al personal técnico y de apoyo de la sección Manejo de arroz por la conducción del ensayo.

5. BIBLIOGRAFÍA

DEAMBROSI, E.; MÉNDEZ, R.; CASTILLO, J. 2011. Contribución a la toma de decisiones en aplicaciones de fósforo para el cultivo de arroz. In: Manejo de suelos y Nutrición vegetal, Actividades de Difusión 651, INIA Treinta y Tres. Cap. 3: 1-5.

HERNÁNDEZ, J; BERGER, A. 2003. Dinámica del fósforo en sistemas de Arroz-Pasturas: Caracterización de parámetros de suelos para estimar la disponibilidad de fósforo. En: INIA Investigaciones Agronómicas. Reporte Técnico Anual, Área Cultivos, Programa Nacional de Arroz. Vol 01 cap. 3: 34-40.

FERTILIZACIÓN ANTICIPADA CON FOSFORITA

J. Castillo¹, R. Méndez¹

PALABRAS CLAVE: fertilización anticipada

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, las fertilizaciones fosfatadas en el cultivo de arroz se han realizado tradicionalmente al momento de la siembra y utilizando fertilizantes solubles con dosis entre los 55 y 70 kg/ha P₂O₅. Existe mucha información nacional que muestra respuesta al agregado de P con buenas productividades con dosis cercanas a las mencionadas anteriormente. No obstante bajo un sistema de arroz con un área de rotación fija puede ocurrir que los niveles de P del suelo hayan aumentado por concepto de fertilizaciones sucesivas a lo largo del tiempo, no siendo necesarias las dosis mencionadas anteriormente. Trabajos llevados a cabo en INIA en un año (Mendez et al. 2011) muestran que no se encontraron diferencias significativas en rendimiento cuando se comparó aplicaciones de P en el laboreo de verano y al momento de la siembra.

En el caso de utilización de rocas fosfóricas molidas (fosforita) la recomendación es mucho más errática aún ya que no se cuenta con información nacional que muestre los procesos que sufre esta en suelos muchas veces con pH superiores a lo recomendado para aplicación de fosforitas y más si se tiene en cuenta que estas son aplicadas en cobertura sin la incorporación en el suelo. A nivel internacional algunos trabajos han comenzado a ajustar tiempos y dosis de agregado de fosforita para fertilización directa (Chien et al. 2011)

La información generada la zafra pasada mostró que cuando la fosforita era aplicada 150 o 90 días antes de la siembra se lograba llegar con valores superiores al inicial al momento de la siembra de arroz si bien los valores del testigo sin aplicación eran cercanos al valor crítico para este cultivo. En aquel experimento no se encontraron diferencias en rendimiento con ninguno de los tratamientos evaluados.

El objetivo del trabajo es conocer el tiempo mínimo necesario de aplicación de la fosforita en el campo para llegar a la siembra de arroz con niveles de P óptimo en suelo para el normal desarrollo del cultivo de arroz.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló el 01 de junio de 2012, en la Unidad Experimental Paso de la Laguna sobre un solod de textura franca perteneciente a la Unidad de suelos de "La Charqueada"; laboreado en verano y sobre el cual se estaba regenerando una pastura de raigrás. A la instalación se tomaron muestras de suelo (0-0,15 m), las cuales fueron analizadas para pH y contenido de P en suelo según la metodología de Bray N°1 y Ácido Cítrico.

Cuadro1. Resultados de análisis químicos de suelos.

Bloque	pH (H ₂ O)	P (Bray I) ppm	P (Cítrico) ppm
1	5,5	8,1	9,78
2	5,4	7,0	8,8
3	5,5	7,5	7,5

Los tratamientos son con 2 fuentes de P: fosforita a 2 dosis y supertriple a 1 dosis, y 3 momentos de anticipación de agregado del fertilizante. Cada uno de estos tratamientos fue aplicado sobre dos superficies: suelo desnudo o raigrás. El detalle de los tratamientos se observa en el cuadro 2.

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

² Dr., INIA. Programa Arroz. rmendez@tyt.inia.org.uy

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Fuente	kg/ha	Momento aplicación
1	Fosforita	300	150 DAS*
2	Fosforita	300	90 DAS
3	Fosforita	300	30 DAS
4	Super triple	93	150 DAS
5	Super triple	93	30 DAS
6	Fosforita	150	150 DAS
7	Fosforita	150	90 DAS
8	Fosforita	150	30 DAS
9	Testigo	0	

* DAS: días antes de siembra

Al momento de la siembra del cultivo de arroz se suma una nueva fuente de variación que es la realización o no de una fertilización basal con una fuente soluble (0- 46/46- 0) en la línea junto con la semilla.

La siembra fue realizada el 18 de octubre de 2012, con la variedad de El Paso 144, con una densidad de 140 kg/ha de semilla. Se realizaron 2 coberturas de urea, una al macollaje de 100 kg/ha con inundación el mismo día y otra a elongación de entrenudos de 60 kg/ha el 26 de diciembre. Previo a la inundación definitiva se realizó una aplicación de herbicida de 1,6 l/ha Quinclorac + 3,5 l/ha Propanil + 0,8 l/ha Clomazone + 50g/ha Pyrazosulfurón etil.

Las determinaciones consistieron de un conteo de plantas de arroz a los 20 D.D.S, acumulación de M.S a elongación de entrenudos y a cosecha estimación de M.S, fecha de floración, componentes de rendimiento y rendimiento en grano. La estimación de rendimiento en grano se realizó previo desborde de 1 m de cabecera y de líneas del cultivo, 3 y 2, izquierda y derecha respectivamente. Se cosechó un área efectiva de 8,16 m², corrigiendo el rendimiento a 13% humedad.

El diseño experimental utilizado de parcelas sub divididas con 3 repeticiones completas al azar. La parcela principal evalúa dos niveles de antecesores (raigrás o suelo desnudo), la parcela mayor evalúa dos niveles: con y sin agregado de P soluble basal y la parcela menor los tratamientos de fertilización fosfatada. En las parcelas mayores la fertilización basal fue realizada con 45 kg/ha P₂O₅.

3. RESULTADOS

Se presenta un resumen de la información realizada. Estas fueron enfocadas analizando parámetros al inicio del ciclo del cultivo (población lograda), a mediados (M.S a e.e) y al final (rendimiento).

Cuadro 1. Resumen de ANAVAS para las variables analizadas.

Fuente de variación	Población	M.S e.e	Rendimiento
Antecesor	ns	0,02	ns
Fert. Basal	ns	0,0071	ns
Fert. Basal * Antecesor	ns	ns	0,006
Tratamiento P	ns	ns	ns
Fert. Basal * Tratamiento P	ns	ns	ns
Antecesor * Tratamiento P	ns	ns	ns
Antecesor * Tratamiento P * Fert. Basal	ns	ns	ns
C.V (%)	13,8	17,2	6,3

Ni los tratamientos de fertilización ni los antecesores alteraron el stand de plantas logradas. No obstante a elongación de entrenudos el análisis mostró diferencias según el antecesor y la fertilización basal. Estos efectos se trasladaron a cosecha habiendo diferencias en rendimiento según la interacción de la fertilización basal y el antecesor.

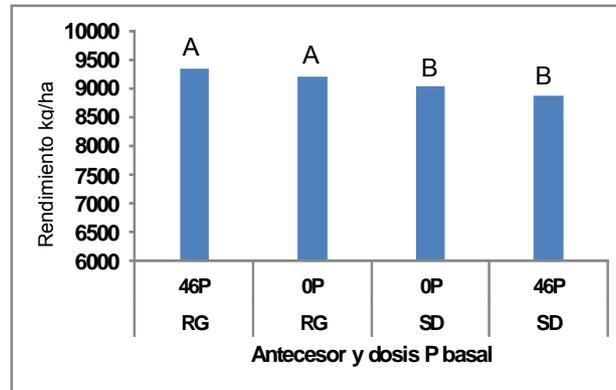


Figura 1. Rendimiento en grano según antecesor y nivel de dosis P basal.

3. CONCLUSIONES

No se detectaron diferencias en rendimiento según los distintos tratamientos de fertilización evaluados. Esto podría deberse a los buenos niveles de P que tenía el suelo en forma natural como se observaron en el cuadro N°1. Si bien existieron diferencias en la interacción antecesor por fertilización basal estas están dadas por el efecto antecesor (raigrás) que al igual que el año anterior permitió mejores rendimientos.

4. BIBLIOGRAFÍA

CHIEN, S.H., PROCHNOW, L., MIKKELSEN, R. 2011. Uso agronómico de la roca fosfórica para aplicación directa. En: Informes agronómicos N°1. Marzo 2004. p. 6-13.

MENDEZ, R., DEAMBROSI, E., CASTILLO, J., 2011. Manejo alternativo del nitrógeno y fósforo en un cultivo de arroz sembrado con cero laboreo. Actividades de difusión 651. INIA Treinta y Tres C3: 6-9

EVALUACIÓN DE FUENTES ALTERNATIVAS DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EN EL CULTIVO DE ARROZ

R. Méndez¹, J. Castillo², E. Deambrosi³, B. Sosa⁴

PALABRAS CLAVE: Fertilizantes, arroz

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz en nuestras condiciones se realiza en dos etapas según el régimen hídrico: una etapa de secano y otra con inundación del cultivo hasta pocos días antes de la cosecha. La dinámica del nitrógeno (N) aplicado como fertilizante se encuentra sometida a diversos cambios. La bibliografía establece que en condiciones de secano pueden ocurrir pérdidas por volatilización de amoníaco cuando el fertilizante nitrogenado es aplicado en superficie o también con la inundación permanente por los procesos de nitrificación-desnitrificación pérdidas de óxido nitroso o N gaseoso. Estos últimos procesos suceden por humedecimiento-secado del suelo en la etapa de secano pero son más frecuentes cuando el cultivo está inundado. Por lo tanto la utilización eficiente del N es un tema de gran importancia y se han realizado innumerables pruebas con el uso de distintos compuestos que tratan disminuir las pérdidas mencionadas. Estos fertilizantes han sido de un costo mayor a los usados comúnmente y su aplicación no se ha extendido y en la actualidad se están haciendo más accesibles en referencia al precio por lo que el estudio de su adaptación al cultivo es justificado.

Ha sido resultados de ensayos de que las coberturas de urea al macollaje sean con inundación inmediata a los efectos de incorporar la urea en suelo lo que disminuye las pérdidas. También debido a la variabilidad de las lluvias en esta etapa las mismas pueden tener el mismo impacto que la inundación (Méndez y Deambrosi, 2009).

El objetivo del presente ensayo es continuar con la evaluación de estas fuentes en términos de nutriente absorbido por el cultivo y en forma secundaria el rendimiento y componentes del mismo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló en la Unidad Experimental Paso de la Laguna con cuatro fuentes de nitrógeno (referidas con su nombre comercial): urea común (46%N), verde urea con inhibidor de la ureasa (46%N), N30 plus con inhibidores de la ureasa y de la nitrificación juntos (30%N, líquido); y Novatec con inhibidor de la nitrificación (45%N) interaccionando con dos momentos del inicio de la inundación (2 y 9 días de aplicadas las dosis de fertilizantes) y cuatro dosis/fraccionamiento del N. El diseño utilizado fue un factorial con parcela dividida en bloques al azar con 3 repeticiones. La parcela principal consistió de los momentos de inicio de la inundación (2 y 9 días después de aplicados los fertilizantes). Dentro de la parcela se ubicó un factorial de las cuatro fuentes con cuatro dosis/fraccionamiento (23 kg/ha de N al macollaje y 23 kg/ha de N al inicio de elongamiento de entrenudos, 46 kg/ha de N único al macollaje, 34,5 y 34,5 kg/ha de N al macollaje e inicio de etapa reproductiva y 69 kg/ha de N único al macollaje).

La variedad utilizada fue El Paso 144 sembrada con 490 semillas viables/m² (145 kg/ha de semilla) el 18 de octubre con 120 kg/ha de supertriple (46% P₂O₅).

La aplicación de los fertilizantes al macollaje se efectuó el 21 de noviembre con una lluvia de 7.9 mm el día siguiente. Las aplicaciones al elongamiento de entrenudos fueron el 20 de diciembre.

La inundación del tratamiento a los 2 días después de la aplicación de los fertilizantes se hizo el 23 de noviembre y el de 9 días después, el 30 de noviembre.

Se realizó un muestreo de suelos al momento de la siembra cuyos resultados se observan en el cuadro 1.

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

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

³ MSc. INIA hastadiciembre 2011. enrique.deambrosi@gmail.com

⁴ Téc.Agrup. INIA. Programa Arroz

Las determinaciones más importantes para la evaluación fueron: contenido de N en la planta, materia seca, N absorbido al 50% de floración ya que después de este momento otros factores pueden estar incidiendo en el rendimiento final por lo que este y sus componentes se evaluaron en segundo término.

Cuadro 1. Resultados del análisis de suelos

Bloque	pH (H ₂ O)	C. org. (%)	Bray I (ppm)	Ac. Cítrico (ppm)	K(meq/100g)
1	6.8	1.4	3.5	3.6	0.23
2	6.7	1.3	3.5	3.6	0.19
3	6.3	1.3	3.2	5.0	0.21

3. RESULTADOS

En el cuadro 2 se muestran los resultados para las variables determinadas al 50% de floración (materia seca, contenido de N en planta y N absorbido). Se observa efectos del momento de inicio de la inundación favorables con la inundación a los 9 días (2 días: 1.09 %N y 9 días: 1.13 %N). Estas diferencias según el test de Tukey al 5% no son significativas). También se encontró tendencias significativas debidas a la fuente de N (verde urea: 1.14% N, urea común: 1.13% N, Novatec: 1.09% N y N30 Plus; 1.06% N) pero de acuerdo a la prueba Tukey (5%) no hay diferencias entre ellas en el contenido de N en planta.

Cuadro 2. Resultados de los registros efectuados al 50% de floración (Probabilidad).

Efecto	MS50%F (kg/ha)	Contenido de N (%)	N absorbido (kg/ha)
Riego	0.9648	0.0544	0.5833
Fuente	0.3239	0.0648	0.2845
Dosis/Fracc	0.5826	0.1264	0.7412
Riego x Fuente	0.6564	0.2513	0.4198
Riego x Dosis/Fracc	0.3048	0.5579	0.8079
Fuente x Dosis/Fracc	0.2551	0.2041	0.7202
R x F x D/F	0.4049	0.6703	0.9124
Promedio	20760	1.11	231.24
CV (%)	12.1	9.9	17.1

Los resultados en el rendimiento en grano y sus componentes se observan en el cuadro 3. Se encontró efectos significativos para rendimiento en grano de acuerdo a las fuentes de N.

Cuadro 3. Resultados de los registros en rendimiento de grano y componentes del mismo (Probabilidad)

Tratamiento	Rendim (kg/ha)	Panojas/ m ²	G.llenos/ panoja	G. vac/ panoja	G. tot./ panoja	Est. (%)	Pmg (g)
Riego	0.7115	0.6616	0.2491	0.3230	0.2251	0.7390	0.6076
Fuente	0.0316	0.8462	0.1424	0.4882	0.1837	0.5404	0.2013
Dosis/Fracc	0.5066	0.4784	0.4481	0.7882	0.5429	0.6141	0.9871
Riego x Fuente	0.8399	0.4163	0.8644	0.3949	0.8476	0.3643	0.4220
Riego x Dosis/Fracc	0.6245	0.7856	0.2693	0.6785	0.2675	0.7179	0.8872
Fuente x Dosis/Fracc	0.9038	0.5829	0.7211	0.4198	0.7709	0.3201	0.8351
R x F x D/F	0.6245	0.7103	0.3514	0.6777	0.6206	0.2398	0.9634
Promedio	8010	545	72	15	88	18	26.31
CV (%)	11.0	16.2	20.0	30.0	18.9	25.5	2.4

Rendim.: Rendimiento; G. llenos: granos llenos; G. vac: granos vacíos; G. tot: granos totales; Est.: esterilidad; Pmg: Peso de mil granos

De acuerdo al test de Tukey al 5% (Cuadro 4) con la urea común se obtuvieron los rendimientos mayores y el Novatec el menor. No se observa diferencias entre urea común, verde urea y N30 Plus y el Novatec con el N 30 Plus ni la verde urea.

Con referencia a los componentes del rendimiento ninguno fue afectado por los tratamientos (Cuadro 3).

Cuadro 4. Resultado de los efectos de las Fuentes de N sobre el rendimiento

Fuente de N	Rendimiento (kg/ha)
Urea común	8357 a (*)
Verde urea	8196 ab
N30 Plus	7839 ab
Novatec	7648 b

(*) Los valores seguidos por la/s misma/s letra/s no difieren estadísticamente según el test de Tukey al 5%.

4. CONCLUSIONES

Para las condiciones en que se efectuó el ensayo y considerando como parámetros principales de la evaluación los registros efectuados en el 50% de floración la Verde urea presentó el mayor contenido en planta pero no hubo mayores diferencias con las otras fuentes. De acuerdo a lo establecido para rendimiento en grano en Materiales y Métodos en forma secundaria este parámetro fue afectado por las fuentes de N siendo favorable a la urea común.

5. AGRADECIMIENTOS

Al personal técnico y de apoyo de la sección Manejo de arroz por la conducción del ensayo.

6. BIBLIOGRAFÍA

MÉNDEZ, R.; DEAMBROSI, E: 2009. Coberturas nitrogenadas para la producción de arroz. Parte I: Eficiencia de aplicación. INIA Treinta y Tres. Serie Técnica N° 179.

MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE FOSFITOS CON FUNGICIDAS SOBRE EL CONTROL DE ENFERMEDADES Y EL RENDIMIENTO EN ARROZ

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

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

1. INTRODUCCIÓN

Los fosfitos son sales del ácido fosforoso con un ión metálico capaces de estimular los mecanismos de defensa natural de las plantas a través de una respuesta sistémica inducida (Deliopoulos et al., 2010). El uso de los fosfitos en agricultura se ha investigado en forma directa por su efecto contra patógenos de plantas más que desde el punto de vista de la nutrición vegetal, ya que estos son una fuente pobre de P para las plantas (Thao y Yamakawa, 2009). En algunos cultivos son usados para el control de determinado tipo de patógenos, principalmente Oomycetes, mediante la reducción de la susceptibilidad de la planta (Deliopoulos et al., 2010). El modo de acción de los fosfitos es complejo, tanto frente a hongos como a Oomycetes, frente a los cuales poseen una acción directa, inhibiendo la esporulación o el crecimiento, o indirecta, estimulando las defensas de la planta (Deliopoulos et al., 2010). Sin embargo, existe poca información sobre el uso de estos para el control de enfermedades en arroz y en revisiones actuales no son citados trabajos recientes sobre su aplicación para el manejo de enfermedades en el cultivo de arroz (Deliopoulos et al., 2010).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un fosfito de potasio solo o en combinación con un fungicida mezcla, estrobilurina y triazol, y a diferentes dosis sobre los aspectos productivos, las enfermedades de tallo y vaina y algunas componentes del rendimiento 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 150 kg/ha de semilla, corregido por germinación y sembrado el 7/11/12 en bloques al azar con cuatro repeticiones. La fertilización basal consistió de 121 kg/ha de superfosfato triple (0-46) y dos coberturas de urea, al macollaje (06/12/12) de 70 kg/ha, y a elongación de entrenudos (27/12/12) de 70 kg/ha. La aplicación de herbicidas se realizó el 1/12/12 (Penoxsulam 175 cc/ha, Clomazone 800 cc/ha y Pirazosulfuron 100 g/ha). La inundación fue realizada el 06/12/12. La aplicación de fungicidas y fosfito de K combinada para todos los tratamientos se realizó a 25% de floración el 23/02/13. Los tratamientos realizados y dosis utilizadas se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos y dosis realizados.

Tratamientos	Dosis
StigmarXtra	300 cc/ha
StigmarXtra + Fosfito K	300 cc/ha y 2500 cc/ha
StigmarXtra + 2 Fosfito K	300 cc/ha y 5000 cc/ha
½ StigmarXtra + Fosfito K	150 cc/ha y 2500 cc/ha
Fosfito K	2500 cc/ha
2 Fosfito K	5000 cc/ha
Testigo sin aplicación	-

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.

3. RESULTADOS

Los resultados de rendimiento y componentes del rendimiento para cada tratamiento se presentan en el cuadro 2. Se encontraron diferencias significativas para el rendimiento según tratamiento realizado. No fueron encontradas diferencias significativas para las componentes del rendimiento analizadas. 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 recomendada. La aplicación de fosfito de K a dosis simple no tuvo diferencias significativas, aunque con un rendimiento menor, pero fue mayor que la aplicación con dosis doble de fosfito. Según la respuesta al rendimiento y de acuerdo al análisis estadístico se individualizan tres grupos estadísticamente diferentes, a) el grupo de mayor respuesta que incluye las aplicaciones de fungicida con fosfito de K a dosis simple o doble, b) fungicida y media dosis de etiqueta de fungicida más fosfito de K y c) testigo sin aplicación. Los dos tratamientos con fosfito de K, dosis simple o doble, dieron resultados intermedios entre estos grupos.

Cuadro 2. Rendimiento y componentes analizados.

Tratamiento	kg/ha	Panojas/ m ²	Llenos/ panoja	Medios/ panoja	Chuzo/ panoja	Totales/ panoja	% Esterilidad	PMG
StigmarXtra	8677 b	620	61	0.8	21	83	26.4	27.0
StigmarXtra + Fosfito K	9312 a	473	58	0.8	20	78	25.8	27.6
StigmarXtra + 2 Fosfito K	9288 a	532	57	0.4	23	81	27.8	27.5
½ StigmarXtra + Fosfito K	8714 b	574	64	0.4	21	85	24.6	27.5
Fosfito K	8972 ab	591	61	0.4	22	83	26.6	27.2
2 Fosfito K	8487 bc	574	53	0.6	21	74	29.2	27.2
Testigo sin aplicación	8147 c	542	66	0.5	23	90	26.1	26.9
CV%	3,9	18,5	26,8	59,4	30,5	24,8	20,1	1,4
Sign Bloque	<0,0001	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,01
Sign Tratamientos	0,0013	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

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

Las lecturas de enfermedades de tallo y vaina, expresadas como índice de grado de severidad (IGS) de Yoshimura (Ou, 1985), se muestran en el cuadro 3. No fueron encontradas diferencias en la primera lectura a plena floración, coincidente con una baja severidad de estas enfermedades en ese momento. Las lecturas a cosecha fueron significativamente diferentes entre tratamientos tanto para *Sclerotium oryzae* como para *Rhizoctonia* spp. Los valores menores de IGS para ambas enfermedades fueron registrados en los tratamientos de fungicida a dosis de etiqueta y fosfito de K, a dosis simple o doble, coincidente con los mayores rendimientos obtenidos. En la ocurrencia de enfermedades, podredumbre de tallo y manchado de vainas, se identifican tres grupos con diferentes niveles de significación, los mayores IGS fueron encontrados para el testigo y tratamientos con fosfito solo, dosis simple y doble, valores intermedios para fungicida y media dosis de fungicida con fosfito de K y valores de IGS menores para tratamientos con fungicida y fosfito. Estos son relativamente coincidentes con la respuesta al rendimiento obtenido.

Cuadro 3. Lectura de enfermedades para *Sclerotium oryzae* (SO) y *Rhizoctonia* spp. (RO) en plena floración (1) y cosecha (2).

Tratamiento	IGS-SO1	IGS-SO2	IGS-RO1	IGS-RO2
StigmarXtra	6.0	56.6 a	0.03	3.7 abc
StigmarXtra + Fanafos K	5.3	35.4 bc	0.06	1.3 c
StigmarXtra + 2 Fanafos	5.1	34.3 c	0.03	1.4 c
½ StigmarXtra+ Fanafos	5.1	53.3 ab	0.00	2.7 bc
Fanafos K	5.3	62.5 a	0.06	6.7 a
2 Fanafos K	5.9	65.3 a	0.03	5.5 ab
Testigo	6.3	71.6 a	0.06	5.1 ab
CV%	23,4	23,0	130,0	57,1
Sign Bloque	ns	0,04	0,02	0,02
Sign Tratamiento	ns	0,003	ns	0,01

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

3. CONCLUSIONES

La aplicación de fosfito de K en combinación con un fungicida a inicio de floración redujo la severidad de enfermedades de tallo y vaina de arroz con un aumento en el rendimiento. En este sentido, la mayor reducción en el IGS y el mayor rendimiento se lograron con la aplicación de fungicida a dosis de etiqueta y dosis simple o doble de fosfito. Valores intermedios para ambos indicadores se lograron en forma variable para la aplicación de fungicida y de media dosis de fungicida más fosfito. La aplicación de fosfito a dosis simple o doble dio resultados variables, pero no mejores que la combinación con fungicida.

Estos resultados indican en forma preliminar, que la aplicación de fosfito de K en combinación con un fungicida podría ser una herramienta para reducir la severidad de enfermedades de tallo y vaina de arroz en suelos con alta presión de inóculo y contribuir a aumentar los rendimientos.

Sin embargo, nuevas evaluaciones en otros suelos con diferente presión de inóculo y condiciones de manejo del cultivo, deben ser evaluadas para obtener datos más concluyentes sobre dosis y momentos de aplicación.

4. BIBLIOGRAFÍA

DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P. S.; HARE, M. C. 2010. Fungal disease suppression by inorganic salts: A review. *Crop Protection* v. 29, p. 1059-1075.

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

OU, S.H. 1985. *Rice Diseases*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, UK.

THAO, H. T. B.; YAMAKAWA, T. 2009. Phosphite (phosphorous acid): Fungicide, fertilizer or bio-stimulator?. *Soil Science and Plant Nutrition* v. 55, p. 228-234.

EVALUACIÓN DE TRIAZOLES CON ESTRATEGIA CURATIVA ERRADICANTE PARA BRUSONE (*PYRICULARIA ORYZAE*)

S. Martínez¹, F. Escalante⁴

PALABRAS CLAVE: Ciproconazol, difenoconazol, tebuconazol.

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los fungicidas utilizados en la agricultura actual poseen una mayor eficiencia cuando son aplicados antes de la infección del patógeno a la planta. Aplicados en la superficie vegetal, estos fungicidas destruyen esporas o suprimen el crecimiento de los tubos de germinación, apresorios, hifas y demás estructuras fúngicas. Generalmente, la mayor eficiencia de los fungicidas se logra cuando se previene la infección y posterior desarrollo de la enfermedad (Ivic, 2010). Sin embargo, en el manejo de un cultivo, existen ocasiones en que las medidas de control de una enfermedad deben tomarse luego de ocurrida una infección, luego de la aparición de síntomas e incluso cuando esos patógenos ya están esporulando (Ivic, 2010).

Dentro de los fungicidas inhibidores de la demetilación (DMI), el grupo químico Triazol contiene varias moléculas con acción curativa y con la capacidad de moverse en forma sistémica a través del xilema. Los triazoles detienen el crecimiento fúngico por medio de la inhibición de la síntesis de ergosterol (Wegulo et al., 2012). Debido a la actividad curativa frente a infecciones fúngicas tempranas y su movilidad y redistribución en la planta, los triazoles son altamente eficientes e interesantes para su utilización en estrategias curativas. Así, es de interés conocer la efectividad de este grupo químico en aplicaciones cuando las infecciones por Brusone ya han ocurrido y se necesita detener el nivel de daño de las infecciones, principalmente en cuello y panoja, que causarán un mayor impacto en el rendimiento.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar tratamientos con una estrategia curativa y erradicante con triazoles para el control de Brusone ante la aparición de síntomas a fin de ciclo y evaluar su impacto en el rendimiento final.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en una chacra comercial en el paraje Los Ajos, Rocha, en un cultivo de INIA Tacuarí con 2,5-3,0 % de cuellos y panojas afectadas y en el estado de llenado de granos. La fecha de siembra fue el 11 de noviembre de 2012. Fertilización, basal 80 kg de 18-46, y 100 kg de urea al macollaje. El cultivo había sido tratado con StigmarXtra (Azoxystrobin 250 gr/L + Ciproconazol 100 gr/L) a inicio de floración. El diseño fue de parcelas al azar con cuatro bloques (parcelas 8 líneas x 6 metros). La aplicación de fungicidas para los tratamientos fue realizada el 6 de marzo de 2013 en inicio de llenado de granos con una barra horizontal de cinco picos (Cuadro 1). Previo a la aplicación se realizó un muestreo (0,50 m x 2 líneas) por parcela para lectura de síntomas de Brusone en las estructuras vegetales. En la cosecha se realizó un muestreo igual por parcelas. La lectura de síntomas se realizó a laboratorio.

Cuadro 1. Productos y dosis realizados.

Principio Activo	Producto Comercial	Dosis
Triciclazol	Pial	800 cc/ha
Tebuconazol	Bucaner	1000 cc/ha
Difenoconazol	Fixture	300 cc/ha
Ciproconazol	Ciprotall	160 cc/ha
Flutriafol	Flutri-OK	500 cc/ha
Testigo sin aplicación	-	-

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

² Téc. Agr., INIA, Programa Arroz,

3. RESULTADOS

Los muestreos realizados durante la instalación del ensayo indicaron que no hubo diferencias significativas en el número de tallos por tratamiento y en la mayoría de síntomas leídos por estructura vegetal. Fueron encontradas diferencias menores en el porcentaje de panojas afectadas, pero con una incidencia baja (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentajes de estructuras afectadas en muestreo a momento de aplicación.

Tratamiento	Tallos	Nudo	BH	BHB	Cuellos	Panoja	Grano
Triciclazol	87	0.3	2.6	1.9	0.4	0.6bc	0.9
Tebuconazol	72	0.0	1.0	1.0	0.7	1.7ab	1.7
Difenoconazol	75	0.6	1.6	0.7	0.0	0.3c	0.6
Ciproconazol	91	0.0	2.6	0.7	0.2	0.2c	0.5
Flutriafol	77	0.3	1.0	0.7	1.3	2.2a	2.2
Testigo	87	0.3	2.2	0.3	0.5	0.3c	1.2
CV%	13,4	38,8	37,8	42,5	42,8	33,2	32,5
Sign Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,02
Sign Tratam	ns	ns	ns	ns	ns	0,03	ns

Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí. Las lecturas de enfermedades fueron transformadas por raíz cuadrada de X+0,5.
 BH.= base de hoja, BHB= base de hoja bandera.

Los muestreos realizados a cosecha se muestran en el cuadro 3. Hubo una progresión en la aparición de síntomas en algunas estructuras, nudos, cuellos, panojas y granos. En otras estructuras como base de hoja y base de hojas banderas, los síntomas no progresaron o fueron menores en los 35 días desde aplicación a cosecha.

Cuadro 3. Porcentajes de estructuras afectadas en muestreo a cosecha.

Tratamiento	Tallos	Nudo	BH	BHB	Cuello	Panoja	Grano
Triciclazol	82	4.2	0.3	1.9	16.1	6.3bc	3.4c
Tebuconazol	79	3.1	0.0	3.2	14.0	7.9bc	5.1bc
Difenoconazol	83	2.9	0.6	1.5	19.0	14.4a	12.0a
Ciproconazol	76	3.9	0.6	1.6	20.5	12.3ab	9.5ab
Flutriafol	83	2.9	0.5	2.8	19.1	9.9abc	7.6abc
Testigo	95	3.2	0.2	1.6	17.3	5.1c	4.6bc
CV%	16,3	38,4	31,5	34,6	17,0	20,9	25,3
Sign Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sign Tratam	ns	ns	ns	ns	ns	0,03	0,04

Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí. Las lecturas de enfermedades fueron transformadas por raíz cuadrada de X+0,5.
 BH.= base de hoja, BHB= base de hoja bandera.

Los resultados obtenidos para rendimiento se muestran en la figura 1. No fueron encontradas diferencias significativas para los rendimientos por tratamiento al nivel de significancia (Fisher 0,05). En un nivel de significación mayor ($p=0,08$) el tratamiento con Flutriafol fue diferente de los demás tratamientos excepto por el Difenoconazol, que no difirió de los demás tratamientos. Sin embargo, el tratamiento con Flutriafol no tuvo diferencias con los demás tratamientos en la expresión de los síntomas que tuvieron diferencias significativas, panoja y grano (Cuadro 3). El testigo sin aplicación de fungicida tuvo el segundo mayor rendimiento del ensayo, luego del triciclazol, considerado un testigo químico por su efecto preventivo. El testigo sin aplicación fue uno de los que tuvieron menor incidencia de Brusone en panoja a primer muestreo (Cuadro 2) y si bien este síntoma progresó, a cosecha fue el de menor incidencia (Cuadro 3). Algunos de los tratamientos químicos, ciproconazol y difenoconazol, aumentaron la incidencia de Brusone a cosecha con valores mayores al testigo sin aplicación.

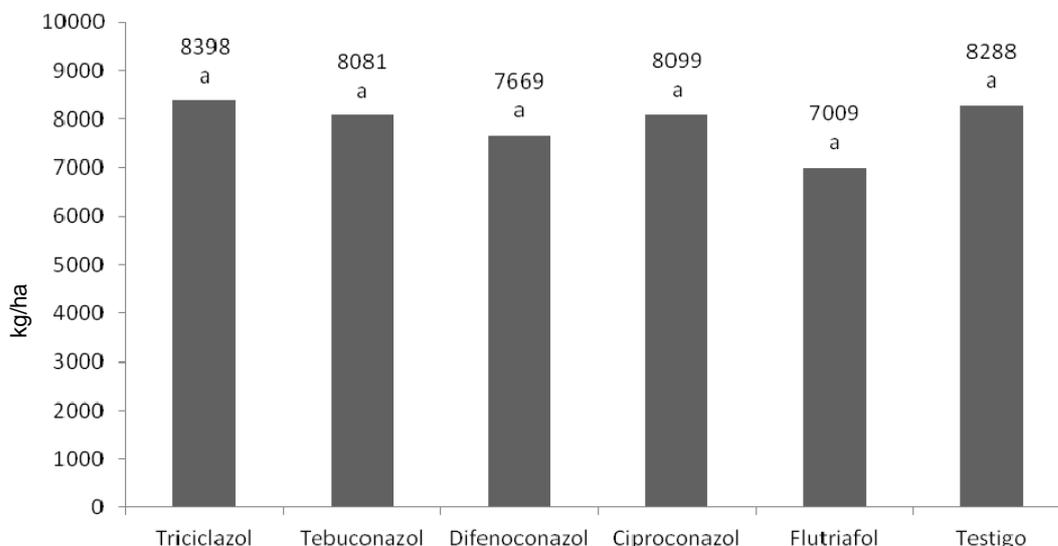


Figura 1. Rendimientos para los tratamientos realizados. Prueba aplicada, Fisher al 0,05.

3. CONCLUSIONES

Los triazoles son moléculas fungicidas cuyo sitio de acción es la inhibición de las síntesis de ergosterol. Estas propiedades, sumado a su efecto sistémico, los hacen interesantes para su utilización como fungicidas curativos y erradicantes en el control de Brusone. En el presente trabajo se evaluó esta posibilidad en una chacra de INIA Tacuarí afectada por Brusone en base de hoja bandera y cuello durante llenado de grano. Sin embargo, no fue encontrada respuesta en el rendimiento ante la aplicación de fungicidas. Los síntomas, en aquellos que hubo diferencias, progresaron independientemente del producto aplicado, siendo el testigo sin aplicación el que alcanzó menores valores en los síntomas de mayor incidencia y el segundo mayor rendimiento. El triciclazol, aplicado como control químico por su propiedad como preventivo, tuvo el mayor rendimiento y valor medio de síntomas en panoja. Aparentemente, cuando fue detectado Brusone a fin de ciclo, el mayor impacto en el rendimiento ya había sido provocado y los síntomas progresaron independientemente del tratamiento. El uso de triazoles con una estrategia curativa y erradicante debe ser explorada en otros momentos previo a la aparición de síntomas y cuando hayan ocurrido condiciones predisponentes para la ocurrencia de la enfermedad.

4. AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al productor Ing. Agr Gonzalo Uriarte (Rocha) por su autorización y colaboración y al Ing. Agr. Jesús Castillo por su colaboración, para la realización del presente trabajo. A los Ings. Agrs. Pablo Núñez y José López (Cibeles) por su aporte para la realización de este ensayo.

5. BIBLIOGRAFÍA

IVIC, D. 2010. Curative and Eradicative Effects of Fungicides. In: Carisse, O., ed. Fungicides, Shanghai: InTech. p. 3-22.

WEGULO, S.; STEVENS, J.; ZWINGMAN, M.; BAEZINGER, P. S. 2012. Yield Response to Foliar Fungicide Application in Winter Wheat. In: Dhanasekaran, D., ed. Fungicides for Plant and Animal Diseases, Shanghai: InTech. p. 227-244.

RESPUESTA A FUNGICIDAS Y DOSIS EN EL RENDIMIENTO Y CONTROL DE ENFERMEDADES DE TALLO Y VAINA

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

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

1. INTRODUCCIÓN

La podredumbre de tallo y el manchado de vainas son enfermedades consideradas limitantes del cultivo de arroz por su prevalencia en suelos del país, importancia que se ha incrementado en los últimos años debido a una intensificación del cultivo del arroz y a la utilización repetitiva de los mismos suelos por acortamiento de los ciclos de rotaciones. Para la podredumbre del tallo, la enfermedad de mayor incidencia, se han reportado pérdidas del 2–24% de rendimiento en el cultivar El Paso 144 (Ávila, 2000). Comúnmente, estas enfermedades son manejadas mediante la aplicación de un fungicida en aquellos cultivos con alto potencial de rendimiento y alta probabilidad de ataques severos de estas enfermedades.

En años previos se realizaron evaluaciones de fungicidas para el control de enfermedades de tallo y vaina enfocados en los momentos de aplicación, efecto de aplicaciones tardías y efectividad de nuevos productos (Ávila et al., 2010). En la última zafra, algunos nuevos principios activos o mezclas de moléculas fueron propuestas para evaluación para el control de Brusone (Martínez y Escalante, 2012). En esta misma línea, es de interés conocer la efectividad de algunos de estos productos, los cuales por su novedad, pueden resultar en una nueva herramienta para el control químico de estas enfermedades. Asimismo, si bien son conocidos muchos principios activos y su acción sobre las enfermedades de tallo y vaina y los momentos de aplicación, hasta el momento no se ha explorado comparativamente el efecto de diferentes dosis de principio activos ya conocidos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad de fungicidas novedosos y la respuesta a dosis de fungicidas con principios activos conocidos, en el control de enfermedades de tallo y vaina en el cultivo de arroz y su efecto en el rendimiento y calidad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló en la UEPL, INIA Treinta y Tres con el cultivar EL Paso 144 a 150 kg/ha de semilla, corregido por germinación y sembrado el 7/11/12 en bloques al azar con cuatro repeticiones. La fertilización consistió de 121 kg/ha de superfosfato triple (0-46) basal y coberturas de urea al macollaje (06/12/12) de 70 kg/ha, y a elongación de entrenudos (27/12/12) de 70 kg/ha. La aplicación de herbicidas se realizó el 1/12/12 (Penoxsulam 175 cc/ha, Clomazone 800 cc/ha y Pirazosulfuron 100 g/ha). La inundación se realizó el 06/12/12. La aplicación de fungicidas para todos los tratamientos se realizó a 30% de floración el 23/02/13 con una barra horizontal de cinco picos. Los tratamientos, productos y dosis utilizados, se presentan en el cuadro 1. Fueron realizadas dos lecturas de enfermedades de tallo y vaina a plena floración y cosecha. El muestreo de componentes (2 muestreos de 0,3 m) se realizó previo a la cosecha realizada 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.

Cuadro 1. Tratamientos realizados y dosis aplicadas.

Producto	Dosis/ha
BAS 701 00F (Fluxapyroxad 62,5 g/L + Epoxiconazol 62,5 g/L) + Dash HC	800 cc + 300 cc
BAS 701 00F (Fluxapyroxad 62,5 g/L + Epoxiconazol 62,5 g/L) + Dash HC	1200 cc + 300 cc
Stinger (Picoxistrobin 224 g/L+ Ciproconazol 90 g/L) + Nimbus	400 cc + 500 cc
Notorio 300SC (Trifloxystrobin 100 g/L + Tebuconazol 200 g/L) + Prodinoleo	800 cc+500cc
Zuperior (Azoxystrobin 200 g/L + Kresoxim-Metil 120 g/L + Ciproconazol 80 g/L)	500 cc
Zuperior (Azoxystrobin 200 g/L + Kresoxim-Metil 120 g/L + Ciproconazol 80 g/L)	600 cc
Domark NRG (Azoxystrobin 100 g/L+ Tetraconazol 80 g/L) + V-Oil	600 cc+ 1000 cc
Testigo (Tryfloxystrobin 100 g/L + Tebuconazol 200 g/L)	800cc
Dosis A+C1(Azoxistrobin 200 g/L + Ciproconazol 80 g/L) + EXIT	350 cc + 300 cc
Dosis A+C2 (StigmarXtra, Azoxystrobin 250 g/L + Ciproconazol 100 g/L)	300 cc + 300 cc
Dosis A+T1 (Azoxistrobin 120 g/L + Tebuconazol 200 g/L)+ EXIT	700 cc + 300 cc
Dosis A+T2 (Azoxistrobin 150 g/L + Tebuconazol 250 g/L)+ EXIT	625 cc + 300 cc
Testigo sin aplicación	-

¹ Ing. Agr., Investigador Adjunto, Programa Arroz, INIA Treinta y Tres, smartinez@tyt.inia.org.uy

² Téc. Agr., INIA, Programa Arroz

³ Asistente de Investigación, Programa Arroz, INIA Treinta y Tres.

3. RESULTADOS

Los resultados de las lecturas de incidencia y severidad para *Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia* spp. se muestran como IGS en el cuadro 1. Los valores de IGS de manchado de vaina, causado por *Rhizoctonia* spp., fueron bajos en los dos momentos de lectura debido a la alta presión de podredumbre de tallo que inhibió la infección por manchado de vainas. En el caso de podredumbre de tallo el valor de IGS para del Testigo sin aplicación a cosecha fue alto, de acuerdo a la alta presión de inóculo presente en la UEPL. Todos los tratamientos realizados redujeron el IGS de podredumbre de tallo a cosecha, pero en porcentaje variable. Algunos tratamientos tuvieron a cosecha valores de IGS para podredumbre de tallo con diferencia significativa del testigo sin aplicación ($p=0,028$), Zuperior, Domark NRG, Stinger, así como el Testigo químico y los tratamientos de dosis de Azoxystrobin y Tebuconazol (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índice de grado de severidad para las dos lecturas de síntoma de Podredumbre de tallo (SO) y Manchado de vainas (RO).

Tratamiento	IGS-SO1	IGS-SO2	IGS-RO1	IGS-RO2
StigmarXtra (A+C2)	6.0	56.6abcd	0.0	3.7
BAS 701 00F (800)	5.6	68.1abc	0.1	6.2
BAS 701 00F (1200)	4.5	56.6abcd	0.1	4.5
Stinger	5.1	52.1 bcd	0.0	3.2
Testigo	5.3	48.1 cd	0.0	3.5
Notorio 300SC	5.9	53.4abcd	0.1	4.8
Dosis A+T1	5.3	39.4 d	0.0	2.8
Dosis A+T2	7.1	48.4 cd	0.0	2.7
Dosis A+C1	5.3	66.1abcd	0.1	4.7
Zuperior (500)	5.1	41.3d	0.1	1.3
Zuperior (600)	6.1	44.3d	0.1	1.9
Domark NRG	6.3	49.2 bcd	0.0	3.1
Testigo sin aplicación	6.3	71.6a	0.1	5.1
Prom Total	5.7	53.5	0.1	3.6
Prom Trat	5.6	51.5	0.1	3.5
CV%	22,8	25,1	115	60,7
Sign Bloque	ns	<0,001	ns	<0,001
Sign Trat	ns	0,028	ns	ns

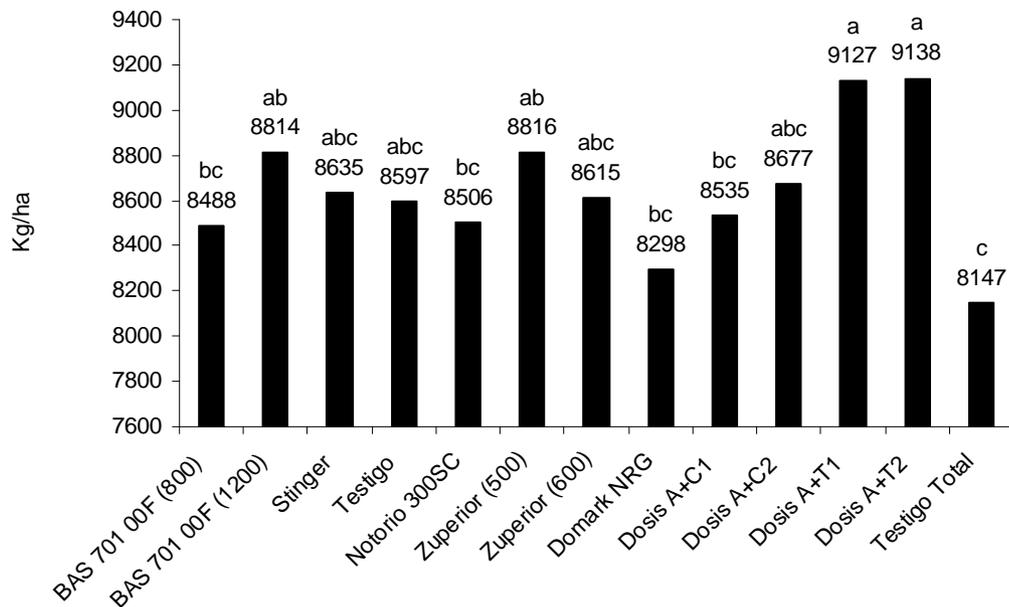
Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí.

Los resultados obtenidos en el rendimiento y componentes de rendimiento se muestran en el cuadro 2. No fueron encontradas diferencias significativas en los indicadores de componentes del rendimiento pero si en el rendimiento de los tratamientos ($p=0,07$). Los mayores rendimientos fueron obtenidos con los tratamientos de dosis altas de Azoxystrobin y Tebuconazol (Dosis A+T1 y A+T2). Los productos con mayor rendimiento, y por encima del testigo químico, fueron Zuperior, BAS 701 00F (1200) y Stinger, pero este testigo tuvo un valor medio de rendimiento y no hubo diferencias significativas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen de rendimientos y componentes.

Tratamiento	kg/ha	Panojas/ m ²	Llenos/ panoja	Medios/ panoja	Chuzos/ panoja	Totales/ panoja	% Estéril	PMG
Prom Trat	8646	581	58	0.5	22	80	28	27
Prom Total	8688	578	58	0.5	22	80	27	27
CV%	4,8	19,9	26,4	55,4	27,4	23,5	20,9	2,0
Sign Bloque	<0,001	ns	0,04	0,04	ns	ns	0,008	<0,001
Sign Trat	0,07*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

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



Figuras 1. Distribución comparativa de rendimientos para los distintos tratamientos realizados. (Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores con las mismas letras no difieren entre sí).

3. CONCLUSIONES

En el presente trabajo fueron evaluadas nuevas moléculas y/o combinación de productos para el control de enfermedades de tallo y vaina. Así, son incorporados como nuevas moléculas una carboxamida (fluxapyroxad), una estrobilurina (picoxystrobin) y un triazol (tetraconazol) en mezclas con otras moléculas y una triple mezcla (Zuperior), con acción previamente no conocidas para estas enfermedades en arroz. Algunos de éstos productos (Zuperior y BAS 701 00F) lograron un rendimiento superior a los testigos y una buena correlación con el control de enfermedades.

Los rendimientos más altos y el mejor control de enfermedades fueron obtenidos con ensayos de dosis de azoxystrobin y tebuconazol. En este caso se encontró respuesta en ambos indicadores ante el aumento de dosis, efecto que no puede ser asignado a una sola de las moléculas ya que están presentes individualmente en dosis similares en otros productos. Este es un aspecto de interés para nuevas evaluaciones en el futuro.

4. BIBLIOGRAFÍA

ÁVILA, S. 2000. Una enfermedad del arroz importante en Uruguay. La podredumbre del tallo. Revista Arroz v. 6, p. 44-48.

ÁVILA, S., DEAMBROSI, E., ESCALANTE, F. 2010. Evaluación de momentos de aplicación de fungicidas para el control de las enfermedades del tallo. In: Arroz. Resultados experimentales 2009-2010. Treinta y Tres: INIA. Capítulo 4. p. 23-29. (Serie Actividades de Difusión 611)

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)

INFLUENCIA DE CURASEMILLAS Y FUNGICIDAS EN LA POBLACIÓN DE PLANTAS, RENDIMIENTO Y ENFERMEDADES DE TALLO

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

PALABRAS CLAVE: Azoxystrobin, tebuconazol, triciclazol

1. INTRODUCCIÓN

En estudios previos fueron evaluados distintos curasemillas fungicidas para el tratamiento de semillas de arroz a la siembra, principalmente como medida de protección de las semillas en siembras tempranas frente al ataque de hongos patógenos de suelos que afectan la germinación y emergencia de plantas. El último ensayo de este tipo fue realizado en la zafra 2008-2009 en el que diferentes combinaciones y/o dosis de productos disponibles fueron evaluados en conjunto (Ávila et al., 2009). En ese ensayo, a pesar de la diversidad de tratamientos realizados, no se encontró diferencia en la emergencia y población de plantas. El azoxystrobin, en formulaciones como curasemilla, fue efectivo en la protección de plántulas de arroz frente a patógenos foliares, principalmente Brusone, por un período mayor a dos meses gracias a su efecto sistémico y residual (Da Silva Lobo, 2008). Asimismo, curasemillas con triciclazol demostraron en estudios de laboratorio mejorar la calidad sanitaria de semillas al disminuir el inóculo de hongos patógenos presente en esas semillas (Da Silva Lobo, 2008). La aplicación de fungicidas curasemillas con efecto sistémico y residual es de interés para lograr una buena población de plantas protegidas por un período más prolongado de tiempo y disminuir la incidencia patógenos de suelo. La aplicación posterior de un fungicida foliar combinado, permitiría ampliar ese período de protección y reducir la severidad de éstas enfermedades en arroz.

El objetivo de este trabajo es comparar secuencias de fungicidas curasemillas con fungicidas foliares que permitan alargar el período de protección de plantas de patógenos de tallo y vaina.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue sembrado en la UEPL, Treinta y Tres, con el cultivar El Paso 144 con 145 kg/ha de semilla, corregido por germinación el 18/10/2012. El diseño consistió de bloques al azar con tres repeticiones en parcelas de 7,50 x 2,21 m (13 líneas). Los conteos de emergencia fueron realizados el 13 y 19/11/2012. La aplicación de herbicidas consistió de 175 cc/ha Penoxsulam + 100g/ha Pyrazosulfuron + 4l/ha Propanil, aplicados el 20/11/2012. La fertilización consistió de urea al macollaje, 70kg/ha aplicada el 22/11/2012 y 100 kg/ha de urea a primordio aplicada el 13/12/2012.

3. RESULTADOS

Cuadro 1. Tratamientos realizados.

	Curasemilla (cada 100 kg semilla)	Aplicación en floración
1	Testigo sin tratar	Testigo INIA sin aplicación
2	Tebuconazol 50 cc	Conzerto a 1000 cc /ha
3	Tebuconazol 50 cc	Stigmar Xtra a 300 cc/ha
4	Azoxistrobin 100 cc	Conzerto a 1000 cc /ha
5	Azoxistrobin 100 cc	Zuperior a 500 cc/ha
6	Azoxistrobin 100 cc	Stigmar Xtra a 300 cc/ha
7	Azoxistrobin 60 cc	Conzerto a 1000 cc /ha
8	Triciclazol 200 cc	Conzerto a 1000 cc /ha
9	Triciclazol 200 cc	Zuperior a 500 cc/ha
10	Triciclazol 200 cc	Stigmar Xtra a 300 cc/ha
11	Triciclazol 120 cc	Conzerto a 1000 cc /ha
12	Testigo sin tratar	(Kresoxim-Metil 125 gr + Epoxiconazol 125 gr, 1000 cc/Ha)

Los resultados de conteos de plantas son presentados en el cuadro 3. El conteo antes de inundación, expresado en plantas por metro cuadrado, mostró un mayor número de plantas para el tratamiento con

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

² Téc. Agr. INIA, Programa Arroz

³ Asist. de Invest. INIA. Programa Arroz.

azoxystrobin 100 cc, con diferencias significativas del testigo químico (tebuconazol) y el testigo total. Azoxystrobin 60 cc y triciclazol 200 cc, aunque con menor número de plantas, también fueron estadísticamente diferentes del testigo.

Cuadro 2. Conteo de plantas para los tratamientos realizados

Tratamiento	PI/m ² 1	PI/m ² 2
Testigo	94,0	100,3a
Tebuconazol	122,5	119,3ab
Azoxystrobin100	153,4	151,2c
Azoxystrobin 60	113,1	142,5bc
Triciclazol 200	137,5	140,5bc
Triciclazol 120	136,6	127,5abc
CV%	19,7	11,7
Sign Bloques	ns	0,02
Sign Tratamientos	ns	0,01

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

Los rendimientos y sus componentes por tratamiento se muestran en el cuadro 3. No se encontraron diferencias significativas para componentes, excepto para peso de mil granos. Los rendimientos tuvieron diferencias significativas, los mayores rendimientos fueron en los tratamientos 6 y 8, pero no tuvieron diferencias estadísticas con los demás tratamientos químicos, con excepción de los testigos sin curasemillas.

Cuadro 3. Rendimiento y componentes del rendimiento.

Tratam.	kg/ha	Pan/ m ²	Llenos/ pan	medios/ pan	Chuzos/ pan	Totales/ pan	PMG
1	8880a	624	59	1,0	18	78	27,6 a
2	10272bc	582	58	1,6	14	74	27,9ab
3	10145bc	575	101	0,6	16	117	28,5ab
4	10380bc	611	59	0,6	12	71	28,9ab
5	9902bc	686	65	0,4	16	81	28,5ab
6	10588c	706	63	0,9	12	76	28,9b
7	9894bc	510	91	0,8	19	111	28,2ab
8	10532c	569	73	1,0	12	86	28,6ab
9	10214bc	546	59	1,1	11	71	29,0b
10	10352bc	569	91	0,6	22	114	29,0b
11	10307bc	644	85	0,9	20	106	28,7ab
12	9441ab	667	54	1,4	14	69	27,9ab
CV%	5,7	17,0	51,5	61,9	54,4	50,5	1,49
Sign Bloque	ns	ns	ns	0,008	ns	ns	ns
Sign Trat	0,05	ns	ns	ns	ns	ns	0,005

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

Los resultados de calidad industrial se presentan resumidos en el cuadro 4. Para calidad industrial fueron encontradas diferencias significativas solo en blanco total y en este caso las diferencias fueron menores (0,1 superior en tratamiento 1).

Cuadro 4. Resultados de calidad industrial.

Tratam.	Blanco Total	Entero	Quebrado	%Yesado	%Manchado
CV%	0,44	1,23	23,1	23,9	51,4
Sign Bloque	ns	ns	ns	ns	ns
Sign Trat	0,02	ns	ns	ns	ns

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

Los resultados de índice de grado de severidad (IGS) e incidencia grado 9 para enfermedades de tallo y vaina se muestran en el Cuadro 5. Fueron realizadas tres lecturas de síntoma pero no se encontraron

diferencias a nivel de IGS. En el caso de incidencia en grado 9 (plantas muy afectadas a muertas) se encontraron diferencias ($p=0,10$) con menores valores para los tratamientos 5 y 9 (Azoxystrobin o Triciclazol en curasemillas y Zuperior en foliar). Estos tratamientos, además, tuvieron los menores valores de IGS, debido a que un menor número de plantas llegó dañado a cosecha.

Cuadro 5. Índice de severidad para enfermedades de tallo en tres lecturas.

Tratam	IGS-SO1	IGS-SO2	IGS-SO3	INC9-SO	IGS-ROS1	IGS-ROS2	IGS-ROS3
1	3,3	5,8	55,4	15.3a	0,3	0,4	2,5
2	3,4	4,8	54,3	9.0abc	0,2	0,2	0,8
3	5,1	7,5	52,9	4.7bc	0,2	0,3	0,0
4	6,0	7,3	49,9	7.9abc	0,1	0,1	0,0
5	6,3	8,8	42,0	4.3bc	0,2	0,3	0,4
6	9,3	12,5	51,0	8.3abc	0,3	0,3	0,2
7	4,4	6,7	48,5	9.1abc	0,0	0,1	1,3
8	5,3	7,8	48,2	10.8abc	0,1	0,1	0,0
9	9,5	13,6	46,3	2.0c	0,2	0,2	0,0
10	3,0	5,6	49,6	4.7bc	0,1	0,3	0,2
11	2,4	5,0	52,1	12.2ab	0,0	0,1	0,0
12	2,3	4,4	55,7	14.6a	0,0	0,0	3,4
CV%	68,4	62,4	19,7	61,8	-	-	-
Sign Bloque	0,01	0,04	0,02	ns	0,04	ns	ns
Sign Trat	ns	ns	ns	0,10	ns	ns	0,04

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

3. CONCLUSIONES

Este es el primer estudio de secuencia de curasemillas fungicidas y fungicidas foliares con el objetivo de otorgar a las plantas un mayor período de protección en forma sistémica frente a patógenos del suelo. Los curasemillas fungicidas en base a azoxystrobin y triciclazol lograron mantener una mayor población de plantas a inundación. Los fungicidas foliares tuvieron efectos similares en disminuir la severidad, pero algunos alcanzaron menor número de plantas muertas o dañadas a cosecha (Grado 9).

En futuros trabajos será necesario ajustar la mejor combinación curasemilla fungicida con el momento de aplicación de los fungicidas foliares que lograron mejor desempeño en reducir la severidad de las enfermedades de tallo y vaina a cosecha para optimizar el control de éstas enfermedades.

4. BIBLIOGRAFÍA

ÁVILA, S., BAO, L.; ALZUGARAY, R.; ESCALANTE, F. 2009. Evaluación de tratamientos curasemillas fungicidas y fungicidas + insecticidas. In: Arroz. Resultados experimentales 2008-2009. Treinta y Tres: INIA. Capítulo 4. p. 48-55. (Serie Actividades de Difusión 571)

DA SILVA LOBO, V. 2008. Efeito do tratamento químico de sementes de arroz no controle da brusone nas folhas e na qualidades sanitária e fisiológica das sementes. Tropical Plant Pathology v. 33, p. 162-166.

INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN CON POTASIO EN EL RENDIMIENTO Y DESARROLLO DE ENFERMEDADES DE TALLO Y VAINA EN ARROZ

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

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

1. INTRODUCCIÓN

La deficiencia de potasio en el cultivo de arroz es una de las limitantes más comunes en zonas arroceras del mundo debido a la producción intensiva, uso de cultivares de alto rendimiento y aumento de la fertilización con nitrógeno (Dobermann et al., 1996). El rendimiento de arroz puede aumentar hasta un 10% por la fertilización con K y en suelos muy deficitarios se reportan valores de hasta un 50% de aumento en el rendimiento (Slaton et al., 2009). En Uruguay alrededor de 5 M ha son deficitarias en el contenido de K en suelo siendo establecido un nivel crítico de 0,34 meq/100 g (133 ppm) para los suelos del país (Barbazán et al., 2012). La importancia de la nutrición con K en el desarrollo de enfermedades está bien reportada para varios cultivos. En el cultivo de arroz, las deficiencias de K contribuyen a aumentar la incidencia de enfermedades como mancha marrón (*Helminthosporium oryzae*) y podredumbre de tallo (*Sclerotium oryzae*), lo cual puede acompañar o no los síntomas de deficiencia de este nutriente (Slaton et al., 1995). En estudios previos se determinó que los mayores aumentos en rendimiento, entre 8 y 11%, se dan con fertilización con K previo a la inundación, frente a tratamientos que no recibieron K, con reducciones significativas de podredumbre de tallo causada por *S. oryzae* (Maschmann et al., 2010). Dentro de los tratamientos con K, la aplicación de fungicida (azoxystrobin) producía rendimientos 6-12% superiores. 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 del presente trabajo fue evaluar la incidencia de enfermedades de tallo y vaina y la respuesta en el rendimiento en un cultivo de arroz bajo tres niveles de nitrógeno, la fertilización con potasio y la aplicación de fungicida.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue establecido en la Unidad Experimental Paso de la Laguna, INIA Treinta y Tres. La siembra se realizó el 18/10/12 (13 líneas x 8m) con el cultivar El Paso 144 a dosis de 145 kg/ha de semilla corregida por germinación. El diseño fue un factorial de 3 dosis de N (0, 65 y 86 kg/ha), 2 dosis de K (0 y corregido según Mg/K=10, según análisis de suelo) y con o sin tratamiento de fungicida (Azoxystrobin 250 g/L + Ciproconazole 100 g/L, 300 cc/ha, coadyuvante Nimbus, 500 cc/ha) aplicado a inicio de floración (Cuadro 1). La aplicación de herbicida fue realizada el 20/11/12 (175 cc Penoxsulam+100gr Pirazosulfuron+4 L/ha Propanil).

Cuadro 1. Tratamientos realizados

Número	Tratamientos	Aplicaciones	Fungicida
1	Testigo Total	0 N	
2	Testigo Total	0 N	*
3	Testigo Total + K	0N + K corregido	
4	Testigo Total + K	0N + K corregido	*
5	Testigo Comercial	65 kg/ha N	
6	Testigo Comercial	65 kg/ha N	*
7	Testigo Comercial + K	65 kg/ha N + K corregido	
8	Testigo Comercial + K	65 kg/ha N + K corregido	*
9	Tratamiento Alto	86 kg/ha N	
10	Tratamiento Alto	86 kg/ha N	*
11	Tratamiento Alto + K	86 kg/ha N + K corregido	
12	Tratamiento Alto + K	86 kg/ha N + K corregido	*

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

² Téc. Agr., INIA. Programa Arroz.

³ Asistente de Investigación INIA. Programa Arroz.

3. RESULTADOS

Los resultados resumidos para componentes del rendimiento y molino se presentan en el cuadro 2. No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las componentes, excepto para entero ($p=0,04$). Sin embargo, no existió relación entre el entero y la fertilización con K y/o aplicación de fungicida. Asimismo, no fueron encontradas diferencias en materia seca y niveles de macronutrientes (N-P-K) en planta en muestreos a R3 (no mostrado).

Cuadro 2. Resultados de las componentes del rendimiento y molino

	Pan/ m ²	Lleno/ pan	Medio/ pan	Chuzo/ pan	Total/ pan	% Estéril	Blanco total	Entero	Queb	% Yeso	% Manch
CV%	15,0	19,6	61,8	30,2	18,9	23,1	0,54	2,5	21,9	24,9	77,1
Sign Bloque	ns	0,02	ns	0,01	0,008	ns	ns	0,03	0,02	ns	<0,001
Sign Trat	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,04	ns	ns	ns

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

La incidencia de enfermedades de tallo y vaina en las tres lecturas se muestra en el cuadro 3. No fueron encontradas diferencias en ninguna de las lecturas para *Rhizoctonia* spp. En la lectura a cosecha se encontraron diferencias significativas para podredumbre de tallo. Los menores IGS fueron de los tratamientos con aplicación de fungicida.

Cuadro 3. Índice de grado de severidad (IGS) de enfermedades de tallo y vaina.

Tratamiento	SO-1	SO-2	SO-3	RO-1	RO-2	RO-3
1	4.0	5.1	52.4d	0.0	0.0	0.9
2	2.1	4.0	32.6ab	0.0	0.0	0.0
3	2.3	4.9	39.2abc	0.0	0.0	0.3
4	3.0	4.3	29.5ab	0.1	0.1	0.0
5	2.6	4.4	48.4cd	0.0	0.0	0.2
6	3.2	4.8	33.4ab	0.0	0.0	0.1
7	2.5	5.3	40.8abcd	0.0	0.0	0.8
8	3.6	4.8	27.8 a	0.1	0.1	0.0
9	3.1	4.6	41.1bcd	0.0	0.0	0.7
10	3.1	4.4	30.2ab	0.0	0.1	0.0
11	3.4	5.0	33.8ab	0.0	0.1	0.0
12	2.5	4.6	37.2abc	0.1	0.1	0.0
CV%	35,3	12,0	24,7	-	-	-
Sign Bloque	ns	ns	0,01	-	-	-
Sign Tratamiento	ns	ns	0,01	ns	ns	ns

Prueba aplicada: Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí. (SO) = *Sclerotium oryzae*, (RO) = *Rhizoctonia* sp.

Los rendimientos obtenidos por tratamientos se muestran en la figura 1. Dentro de cada fertilización nitrogenada los menores rendimientos se dieron en los tratamientos sin aporte de K ni aplicación de fungicida. Solo sin aporte de N, la respuesta en rendimiento a la aplicación de fungicida fue mayor que el aporte de K. En los tratamientos con N, la aplicación de fungicida tuvo una menor respuesta en rendimiento que la aplicación de K sin fungicida. Los mayores rendimientos fueron de los tratamientos con fertilización con K y aplicación de fungicida, independientemente del nivel de N. Estas respuestas tuvieron diferentes niveles de significación dependiendo del tratamiento (Figura 1).

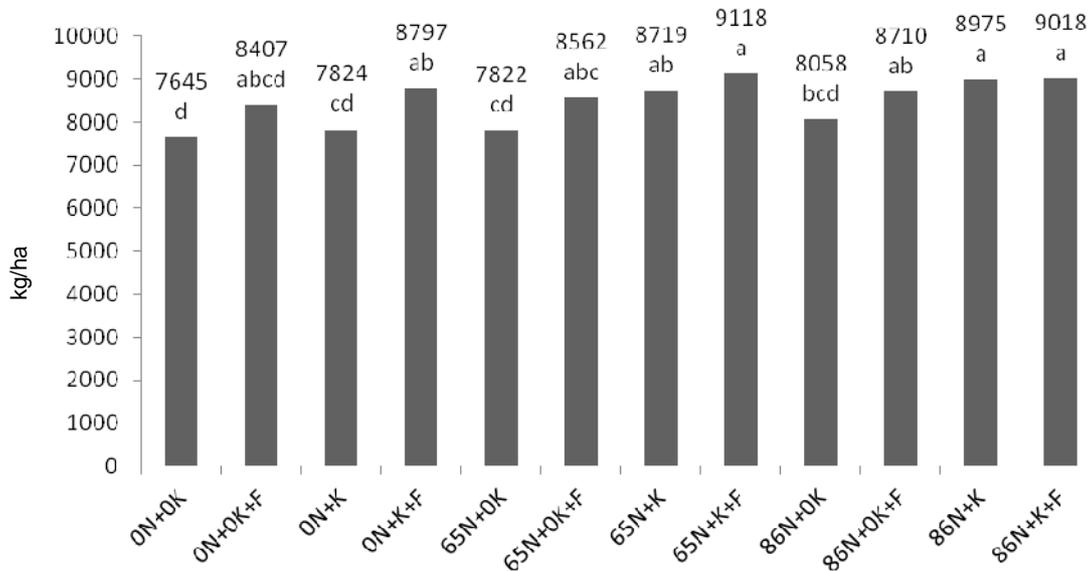


Figura 1. Rendimientos obtenidos según tratamiento. (0K= sin K, K=K corregido, F=fungicida). Prueba aplicada Fisher al 0,05. Los valores seguidos por las mismas letras no difieren entre sí.

3. CONCLUSIONES

El presente trabajo es un intento de combinar la fertilización con K y aplicación de fungicida en el manejo de enfermedades de tallo y vaina. Trabajos recientes indican que la fertilización temprana con K en el cultivo de arroz es el principal factor en el control de podredumbre de tallo (Maschmann et al., 2010). La fertilización con K aumentó el rendimiento entre 2 y 11%, con respecto a los tratamientos sin K, este fue menor (2%) sin aporte de N y mayor (11%) con ambas dosis de N, cuando no se aplicó fungicida. Cuando se aplicó fungicida el aumento de rendimiento fue similar (4-6%) para las tres dosis de N. La aplicación de fungicida aumentó los rendimientos entre 8,1 y 10% cuando no se aportó K, siendo mayor la respuesta cuando menor fue el aporte de N. Cuando se aportó K el aumento de rendimientos varió de 0,5 a 12,4%, con una mayor respuesta cuando menor fue el aporte de N. Para los tres niveles de N, la aplicación de fungicida tuvo una menor respuesta en rendimiento cuando no se aportó K. La aplicación de cloruro de K a la siembra combinado con la aplicación de fungicida aparece como una herramienta potencial para incrementar los rendimientos y reducir la severidad de podredumbre de tallo.

4. BIBLIOGRAFÍA

BARBAZÁN, M.; BAUTES, C.; BEUX, L.; BORDOLI, J. M.; CALIFRA, A.; CANO, J. D.; DEL PINO, A.; ERNST, O.; GARCÍA, A.; GARCÍA, F.; MAZZILLI, S.; QUINCKE, A. 2012. Soil potassium in Uruguay: Current situation and future prospects. *Better Crops* v. 96, p. 21-23.

DOBERMANN, A.; SANTA CRUZ, P. C.; CASSMAN, K. G. 1996. Fertilizers inputs, nutrient balance, and soil nutrient-supplying power in intensive, irrigated rice Systems. I. Potassium uptake and K balance. *Nutrient Cycling Agroecosystem* v. 46, p. 1-10.

MASCHMANN, E. T.; SLATON, N.A.; CARTWRIGHT, R. D.; NORMAN, R. J. 2010. Rate and timing of potassium fertilization and fungicide influence rice yield and stem rot. *Agronomy Journal* v. 102, p. 163-170.

SLATON, N.A.; CARTWRIGHT, R. D.; WILSON, C. E. 1995. Potassium deficiency and plant diseases observed in rice field. *Better Crops* v. 79, p. 12-14.

SLATON, N.A.; GOLDEN, B. R.; NORMAN, R. J.; WILSON, C. E.; DELONG, R. E. 2009. Correlation and calibration of soil potassium availability with rice yield and nutritional status. *Soil Sci. Soc. Am. Journal* v. 73, p. 1192-1201.

MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS

En este capítulo se presenta la información generada por un proyecto cofinanciado por la ANII, los resultados de un proyecto de INIA ejecutado en el marco del PIMP 2006-2010 y los avances de los proyectos nuevos que se están ejecutando en el PEI 2011-2015.

El primer informe nos muestra los datos que está obteniendo el Servicio de Detección de Arroz Rojo Resistente a IMI liderado por Juan Rosas del Laboratorio de Biotecnología del INIA Treinta y Tres. Este servicio es de vital importancia para la longevidad de la Tecnología Clearfield®, además, es altamente destacable el apoyo recibido de la Asociación de Cultivadores de Arroz, BASF Uruguaya, Sembril y Solaris-BASF para asegurar el éxito del emprendimiento.

El segundo derivó de una actividad en el proyecto "Impacto ambiental de la adopción del arroz resistente a las imidazolinonas en sistemas productivos contrastantes de América Latina". El mismo presenta información sobre la actividad *in vitro* de la ALS en variedades e híbridos de arroz que portan distintas mutaciones en la enzima ALS. Este trabajo fue parte de la tesina para la obtención de la Licenciatura en Bioquímica de Manuel Diez (Facultad de Ciencias, UDELAR).

Los siguientes informes, tercero y cuarto, tratan sobre un experimento para el control de malezas perennes tanto de gramíneas como de hoja ancha, con aspersiones de otoño en 2012 para observar el rebrote de las mismas. Un ensayo se condujo en el establecimiento San Pedro del Cebollatí de Gerardo Lecueder sobre un retorno sin laboreo donde se evaluaron mezclas de herbicidas gramínicidas con las sales del glifosato comercializadas en el país, con y sin el agregado de Garlón, que podría presentar sinergismo en el control de la grama perenne fina (*Leersia hexandra*). Un segundo ensayo fue llevado a cabo en cercanías de Villa Passano en el establecimiento de Antonio Ubilla, donde se estudiaron dos sales del glifosato más algunos gramínicidas y herbicidas para hoja ancha en el control de malezas perennes como gramilla (*Cynodon dactylon*) y la alternantera (*Alternanthera phytoloxeroides*) en un laboreo de verano temprano realizado sobre un suelo liviano en el cual ambas especies habían crecido bien.

Finalmente en el quinto y sexto reportes, por un lado se presentan los resultados sobre de selectividad del Nominee y del Ricer en variedades de arroz de distinto tipo sembradas temprano, incluyéndose a EEA 404; mientras que por el otro, se hace un avance de los resultados obtenidos por el uso del Riceprotex (dithiolate), antídoto del clomazone, en el mismo grupo de variedades de arroz y bajo las mismas condiciones de siembra que el anterior.

A fines del 2012, se aprobó el proyecto sobre el manejo de las poblaciones de capín resistentes a los herbicidas. Si bien aún no tenemos resultados, se tienen actividades en marcha. Con los biotipos detectados resistentes con distinto grado al quinclorac Zapata1, CASRB282 y E7 y el susceptible A33P2, se inició la tesis de maestría del Lic. M. Diez dirigida por Pedro Díaz (Cátedra de Bioquímica, FAGRO) teniendo como cotutores a Claudia Marchesi y a Victoria Bonnacarrére. El objetivo es poder encontrar una manera rápida, precisa y eficiente en costo para procesar un gran número de muestras que nos permita detectar tempranamente los biotipos resistentes y realizar un manejo adecuado de la resistencia. En el marco de ese estudio, se están multiplicando aisladamente la semilla de los biotipos por tres generaciones. Además, Ana Laura Pereira instaló un experimento para estudiar la longevidad de la semilla de capín en el suelo de los biotipos Zapata1 y A33P2.

En oportunidad del Global Herbicide Resistance Challenge Conference, se presentaron cuatro póster sobre los relevamientos de resistencia en el capín realizados en el arroz de la zona este del Uruguay. El evento fue organizado por la Australian Herbicide Resistance Initiative (AHRI) y la University of Western Australia (UWA), teniendo lugar en Fremantle entre el 18 al 22 de febrero del 2013.

En cuantos a los planes futuros para el área de malezas, existen dos proyectos que son de interés. El primero se refiere a determinar los residuos de imazapir e imazapic en las muestras de suelos que se tienen almacenadas en buenas condiciones en el Polo Tecnológico de Pando (Facultad de Química). Ellas consisten de dos series desde el día de la aspersión del KIFIX® hasta dos años de la misma tomadas a 0-10 y 10-20 cm de profundidad en suelos de Río Branco y la UEPL, provenientes de dos

ensayos independientes en cada sitio. Se pretende presentar el proyecto a INNOVAGRO para poder financiar las determinaciones de los residuos usando equipamiento con un límite de detección de 2 µg/kg de suelo, estimar la vida media en condiciones de campo y modelar distintas intensidades de uso del KIFIX[®]. Se contará con personal técnico del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias para estos dos últimos temas.

El segundo proyecto pretende desentrañar el mecanismo de involucrado en el comportamiento del biotipo de capín Ecl3 resistente al KIFIX[®] comparado con el biotipo susceptible, Ecl0. Se aspira a presentar un proyecto a ser financiado por el fondo María Viña para realización de una tesis de maestría.

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

J. E. Rosas¹, A. Gómez² F. Lago³ e I. Macedo³.

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

1. INTRODUCCIÓN

El arroz rojo está considerado como la maleza más problemática del cultivo de arroz en Uruguay y en el mundo por la dificultad que presenta su control y la potencialidad de dejar fuera del sistema a chacras con infestación severa (Delouche et al., 2007). En la década del 2000 se generaron en Luisiana, Estados Unidos, cultivares no transgénicos con una mutación en el gen ALS que los hace resistentes a herbicidas de la familia imidazolinonas (IMI), dando origen a la tecnología Clearfield (CL, BASF). Este paquete tecnológico combina el uso de herbicidas IMI con cultivares CL, permitiendo el control químico del arroz rojo. Una limitante de esta tecnología es el cruzamiento entre arroces rojos y cultivares CL, mediante el cual se generan malezas híbridas con resistencia a IMI. El sistema Clearfield fue liberado en nuestro país en la zafra 2004/05, adquiriendo un área relevante al levantarse la moratoria en el año 2008. INIA ha venido investigando el flujo génico entre cultivares CL y arroz rojo desde las primeras experiencias productivas con la tecnología, documentándose evidencia de estos eventos en una situación de campo (Pérez de Vida et al., 2010). En 2011-12 INIA comienza a brindar a usuarios del sistema Clearfield el Servicio de Detección de Arroz Rojo Resistente a IMI, con apoyo de ANII, ACA, BASF, Solaris y Sembril. Mediante este Servicio, se analizan con marcadores moleculares plantas de arroz rojo provenientes de chacras con CL, determinándose la presencia de mutaciones de resistencia a IMI. En el presente trabajo se informan los resultados del monitoreo de arroz rojo resistente a IMI realizado por el Servicio durante la zafra 2012-13. En este año se estableció como objetivo conocer el estatus de resistencia a IMI en poblaciones de arroz rojo en situaciones de mayor riesgo de presencia de arroz rojo resistente a IMI, como son las chacras con 2 o más años de uso de CL.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se analizaron 72 plantas de arroz rojo colectadas de 12 chacras con 2 o 3 años de uso de CL en la zona Este (Cuadro 1). Las plantas fueron colectadas al inicio de floración, momento en que han sobrevivido a dos aplicaciones de herbicida IMI, y en el que más inequívoca la identificación del arroz maleza. Los puntos de colecta fueron georeferenciados por GPS. Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Biotecnología de INIA Treinta y Tres para identificar las plantas resistentes a IMI mediante análisis molecular.

Análisis molecular

Se extrajo el ADN a partir de tejido verde de cada planta colectada, mediante el método del CTAB. Una región específica del gen ALS que contiene la mutación A₁₂₂T (presente en los cultivares CL Puitá INTA CL y Gurí INTA CL) fue amplificada, detectándose la mutación en la misma reacción. El método utilizado fue el KASP genotyping system (LGC Genomics, Reino Unido), validado para las tres mutaciones reportadas para resistencia a IMI en arroz (Rosas, 2011).

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el cuadro 1 se resumen los resultados obtenidos con el análisis de la mutación A₁₂₂T en las 72 muestras recibidas. Es destacable la predominancia de plantas resistentes entre la población estudiada, así como la tendencia al aumento de la prevalencia de alelos de resistencia en función de los años de uso de la tecnología CL (Figura 1). En promedio, las plantas muestreadas en chacras con 2 años de uso son resistentes heterocigotas, mientras que el total de plantas muestreadas en chacras con 3 años son resistentes homocigotas.

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

² Bach., Pasante de Tecnicatura Arroz-Pasturas, Escuela Técnica N° 2 de Treinta y Tres, UTU.

³ Ing. Agr., Sembril S.A.

Cuadro 1. Resultados de la determinación molecular de resistencia a IMI en arroz rojo en las 12 chacras muestreadas durante la zafra 2012/13.

Chacra	Departamento	Años de uso de CL	Nro. de plantas colectadas	Nro. De plantas resistentes	% Plantas resistentes	Prevalencia de alelos de resistencia*
1	Rocha	2	11	10	91	0,90
2	Treinta y Tres	2	5	4	80	1,00
3	Treinta y Tres	2	3	3	100	1,00
4	Treinta y Tres	2	3	3	100	1,00
5	Treinta y Tres	2	13	0	0	0,00
6	Rocha	3	2	2	100	2,00
7	Rocha	2	5	4	80	0,80
8	Rocha	2	2	0	0	0,00
9	Rocha	2	9	8	89	1,10
10	Río Branco	2	4	3	75	1,00
11	Río Branco	2	5	0	0	0,00
12	Río Branco	2*	10	1	10	0,10
		2,1	72	38	53%	0,74

* Prevalencia calculada como $\frac{H_o \times 2 + H_e \times 1}{n}$ siendo H_o el número de plantas homocigotas resistentes, H_e el número de plantas heterocigotas resistentes y n el número total de plantas analizadas.

* Chacra con 2 años continuos de CL, un año de descanso, y cultivo convencional en la zafra de muestreo.

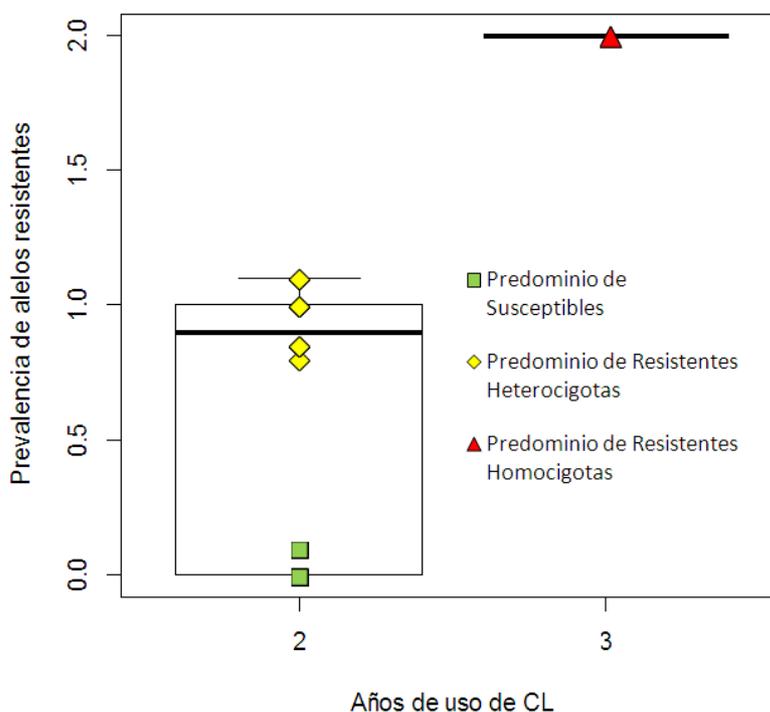


Figura 1. Boxplot de la prevalencia de resistencia a IMI en arroz rojo en cada chacra monitoreada en función de los años de uso continuo de la tecnología CL.

3. CONCLUSIONES

Los resultados confirman hallazgos anteriores de flujo génico entre cultivares CL y arroz rojo en nuestro país, siendo el presente trabajo el primero en obtener datos a escala regional. El porcentaje encontrado en el actual estudio debe ser considerado teniendo en cuenta que el muestreo no fue aleatorio sino

dirigido a aquellas situaciones de mayor riesgo potencial de presencia de arroz rojo resistente a IMI, como lo son las chacras con dos y tres años de uso continuo del sistema Clearfield.

Las plantas heterocigotas son presumiblemente una primera generación fruto del cruzamiento en zafras anteriores entre el cultivar CL y el arroz rojo, mientras que las homocigotas representan una segunda generación de maleza resistente. El 75% de la semilla producida por los arroces rojos resistentes heterocigotas (que predominan en chacras con 2 años de CL, Figura 1) será resistente a IMI, mientras que los rojos homocigotas resistentes (que predominan en chacras con 3 años de CL) producirán 100% de semilla resistente. La presión de selección por uso continuo del mismo herbicida llevaría a que los rojos resistentes sean los únicos presentes en la chacra, haciendo imposible su control con la tecnología CL. Esto confirma la necesidad de aplicar y reforzar las recomendaciones de buen manejo del sistema, con el fin de preservarlo por el mayor tiempo posible.

Se evalúa como muy positiva la sinergia interinstitucional resultante de este proyecto entre ACA, BASF, INIA, Sembril y Solaris en la promoción del uso responsable de la tecnología, en una iniciativa que ha sido tomada como ejemplo a nivel internacional (Gutheil, 2013). Esta sinergia, con el apoyo de herramientas biotecnológicas validadas localmente, permite hacer factible el monitoreo en tiempo real de las poblaciones de arroz rojo, un pilar fundamental para el manejo integrado y la prevención proactiva de la resistencia a herbicidas en esta maleza en nuestro país.

4. BIBLIOGRAFÍA

DELOUCHE, J.C.; BURGOS, N.R.; GEALY, D.R.; ZORRILLA DE SAN MARTÍN, G.; LABRADA, R. 2007. Arroces Maleza: Origen, Biología, Ecología y Control. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

GUTHEIL FERREIRA, F. 2013. Responsabilidade do uso de sementes de arroz: do controle preventivo a causa da dispersão do problema. In: II Seminário Latino Americano de Arroz Vermelho. Anais... Porto Alegre: IRGA.

PEREZ DE VIDA, F.; ROSAS, J.; BONNECARERE, V 2010. Flujo Génico entre Arroz Cultivado y Arroz Maleza. In: Arroz – Resultados Experimentales 2009 – 2010. Treinta y Tres: INIA. p. 277-284. (Serie Actividades de Difusión 611)

ROSAS, J. 2011. Estudio de la Resistencia a Imidazolinonas en Arroz Maleza utilizando Marcadores Moleculares. Tesis de Maestría en Biotecnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay.

EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA ACTIVIDAD DE LA ACETOLACTATO SINTASA ANTES LOS INGREDIENTES ACTIVOS DEL KIFIX® EN ARROCES CLEARFIELD®

Manuel Diez Vignola², Victoria Bonnacarrere², Néstor Saldain³

PALABRAS CLAVE: Imazapir, imazapic, arroz rojo

1. INTRODUCCIÓN

El control de las malezas asociadas al cultivo del arroz como el arroz maleza (arroz rojo), capín y otras de hoja ancha es clave para que se exprese el resto de las medidas de manejo en el rendimiento obtenido en el arrozal. En 1998 se generó el primer arroz Clearfield® (CL), mediante mutagénesis con metanosulfonato de etilo en la enzima acetolactato sintasa (ALS). Posteriormente, se han desarrollado variedades e híbridos CL en Estados Unidos y variedades en Brasil, Argentina y Uruguay. Previo al advenimiento del Sistema de Producción de Arroz Clearfield® (SPAC), de reciente adopción en Uruguay, era muy dificultoso el control del arroz rojo debido a que es una especie emparentada con el arroz cultivado. En nuestro país, esta tecnología combina el uso del herbicida Kifix® (imazapir; 52,5 a.e. g/L + imazapic; 17,5 a.e. g/L) con materiales de arroz portadoras de una mutación puntual que les otorga resistencia al mismo. El Kifix® ha mostrado buena efectividad, selectividad, acción de amplio espectro y residualidad en el control de las malezas mencionadas. En este trabajo se evaluó la inhibición *in vitro* de la actividad de la ALS en los materiales de arroz cv. INIA Olimar, CL 146, Puitá INTA CL y los híbridos INOV CL, AVAXI CL y APSA CL frente al agregado de dosis crecientes de imazapir y de imazapic.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de 2.0 g de material vegetal fresco obtenido de capín con 2-3 hojas de desarrollo, se extrajo la enzima según el protocolo de Ray (1984). El proceso de extracción incluye fragmentación, filtración y centrifugación de la muestra. Una vez obtenido el extracto, éste se utilizó para hacer las mezclas de reacción (buffer, extracto, herbicida). Las concentraciones de herbicida utilizadas fueron 0,01; 0,1; 1,1; 10; 1000; 3000 µM. La reacción transcurrió a 37°C por una hora, tiempo suficiente para la obtención del producto acetolactato. La medición del producto se realizó de forma indirecta a partir del método de Westerfeld que convierte el acetolactato a acetoina en medio ácido, obteniéndose un color rosado-rojo en el tubo de reacción según la cantidad de producto generado. Para cuantificar el producto se midió la absorbancia a 520 nm, transformándose en valores de concentración de acetoina a partir de su coeficiente de extinción molar. Los resultados se expresaron como porcentaje del control sin herbicida. Los datos obtenidos se analizaron mediante el programa estadístico **R** (R Development Core Team 2004). Se ajustaron modelos no lineales de cuatro parámetros (Ritz y Streibig, 2005) con los datos de los ensayos de dosis – respuesta, que permitieron estimar la I₅₀ de cada herbicida para cada material de arroz.

3. RESULTADOS

Los materiales evaluados en este trabajo poseían mutaciones puntuales en el gen que codifica la enzima ALS (Cuadro 1), evaluándose materiales tanto heterocigotas (una copia del alelo que da resistencia) como homocigotas (dos copias del alelo que da resistencia) para las dos mutaciones de interés utilizando un testigo susceptible sin mutación (INIA Olimar). Los resultados obtenidos *in vitro* de la actividad de la ALS para las distintas variedades e híbridos se muestran en las Figuras 1 y 2 y los parámetros obtenidos a través del ajuste no lineal se presentan en los Cuadros 2 y 3.

² Lic. Bioquímica. Trabajo parcial de la Tesina de grado, FACIEN-UDELAR

² MSc. INIA. Unidad de Biotecnología, Programa Arroz. vbonnacarrere@inia.org.uy

³ MSc. INIA. Programa Arroz. nsaldain@inia.org.uy

Cuadro 1. Características de los materiales utilizados

Material de arroz	cambio aminoácido pc mutación enzima ALS	Proporción de alelos
INIA Olimar	sin mutación	Homocigota
INOV CL	S ₆₅₃ D	Heterocigota
Avaxi CL	S ₆₅₃ D	Heterocigota
CL 146	S ₆₅₃ D	Homocigota
APSA CL	A ₁₂₂ T	Heterocigota
Puitá INTA CL	A ₁₂₂ T	Homocigota

S=serina, D= ácido aspártico, T=treonina

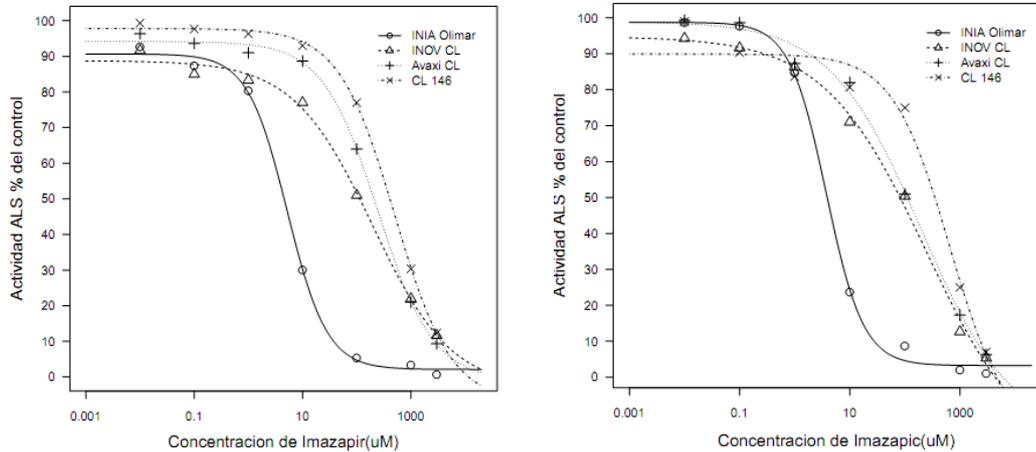


Figura 1. Curvas dosis-respuesta *in vitro* de la actividad de la ALS en las variedades e híbridos que portan la mutación S₆₅₃D utilizando imazapir (izquierda) e imazapic (derecha).

Cuadro 2. Parámetros obtenidos del ajuste al modelo log – logístico de cuatro parámetros para las variedades e híbridos portadores de la mutación S₆₅₃D para cada herbicida considerado.

Material	Herbicida	I ₅₀ (µM)	Error estándar	FR ⁽¹⁾	Error estándar	Prob.
INIA Olimar	imazapir	7.65	0.41	1	--	--
INOV CL	imazapir	193.74	49.34	25.3	12.1	0.03
Avaxi CL	imazapir	245.93	29.00	32.1	15.3	0.04
CL146	imazapir	544.21	119.96	71.1	45.5	0.01
INIA Olimar	imazapic	3.77	0.17	1	--	--
INOV CL	imazapic	248.48	79.59	69.9	40.2	0.09
Avaxi CL	imazapic	196.21	40.84	52.1	24.4	0.06
CL146	imazapic	602.68	176.07	159.9	55.4	0.04

⁽¹⁾ FR (factor de resistencia) refiere a la relación entre I₅₀ del material de interés/ I₅₀ de INIA Olimar (testigo susceptible)

Como se muestra en ambas figuras, los dos herbicidas se comportaron de forma muy similar con respecto a su poder inhibitorio *in vitro*. INIA Olimar (que no porta mutación en la ALS) sufrió una fuerte inhibición por parte de los herbicidas utilizados, obteniéndose los valores de la I₅₀ más bajos estando en el rango de 3 – 7µM. En un punto intermedio se ubicaron los híbridos CL: INOV CL, Avaxi CL y APSA CL con valores de I₅₀ en el rango de 190-300 µM, y finalmente, CL 146 y Puitá INTA CL mostraron mayor actividad de la enzima ALS frente a la acción de los herbicidas utilizados, con los mayores valores de I₅₀ con un rango de 490-680 µM.

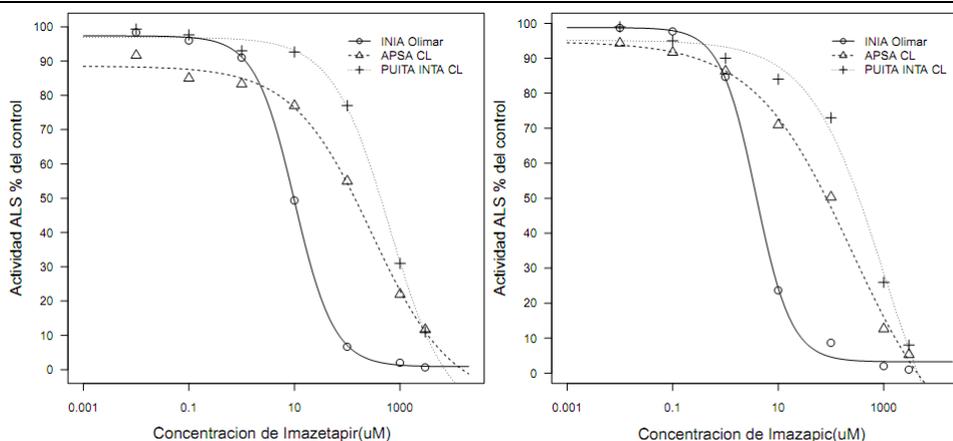


Figura 2. Curvas dosis-respuesta *in vitro* de la actividad de la ALS en las variedades e híbrido que portan la mutación A₁₂₂T utilizando imazetapir (izquierda) e imazapic (derecha).

Cuadro 3. Parámetros obtenidos del ajuste al modelo log – logístico de cuatro parámetros para las variedades e híbridos portadores de la mutación A₁₂₂T para cada herbicida considerado.

Material	Herbicida	I ₅₀ (µM)	Error estándar	FR ⁽¹⁾	Error estándar	Prob.
INIA Olimar	imazapir	7.65	0.41	1	--	--
APSA CL	imazapir	298.14	93.15	38.9	11.6	0.02
Puitá INTA CL	imazapir	638.64	152.92	82.5	20.3	0.04
INIA Olimar	imazapic	3.77	0.17	1	--	--
APSA CL	imazapic	244.48	75.63	64.5	25.4	0.05
Puitá INTA CL	imazapic	678.57	190.21	179.9	55.4	0.03

⁽¹⁾ = FR (factor de resistencia) refiere a la relación entre I₅₀ del material de interés/ I₅₀ de INIA Olimar (testigo susceptible)

Si bien los alelos de resistencia están insertos en materiales diferentes de arroz (bases genética distintas), CL 146 es 2,2 a 2,8 veces más significativamente resistente al imazapir y 2,4 y 3,1 veces más al imazapic que INOV CL y AVAXI CL; respectivamente. Además, Puitá INTA CL también se mostró significativamente superior que APSA CL siendo 2,1 y 2,8 veces más resistente para los mismos herbicidas. Los resultados señalan que la relación del alelo de resistencia es de codominancia con respecto al alelo susceptible, es decir que se expresan ambos cuando están presentes como en el caso de los híbridos dando un fenotipo intermedio (I₅₀ intermedia entre el de INIA Olimar y las variedades CL).

3. CONCLUSIONES

Los resultados de la actividad *in vitro* de la ALS están alineados con las recomendaciones prácticas de usar dosis menores de KIFIX® y del coadyuvante especialmente en aspersiones al follaje cuando se usan híbridos CL que cuando se usan variedades CL.

4. BIBLIOGRAFÍA

DIEZ, M. (2013). Validación de una herramienta bioquímica para la identificación de malezas resistentes a inhibidores de la enzima ALS en el arroz. Tesina para la obtención de la Licenciatura en Bioquímica. Facultad de Ciencias, UDELAR.

RAY, T.B. (1984). Site of action of chlorsulfuron. *Plant Physiol.* 75, 827–831.

RITZ, C. Y STREIBIG, J.C. (2005). Bioassay analysis using R. *J. of Stat. Software, Volume 12, Issue 5.*

R DEVELOPMENT CORE TEAM. (2004). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Viena, Austria. ISBN 3-900051-00-3, URL <http://www.R-project.org>.

GLIFOSATO SOLO Y MEZCLADO EN EL TANQUE CON OTROS HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE LA GRAMA FINA (*Leersia hexandra*)

N. Saldain¹, B. Sosa²

PALABRAS CLAVE: LERHE, reducción laboreo, arroz

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha observado una tendencia a reducir el laboreo y a sembrar el arroz en épocas más tempranas, con temperaturas más frías. Esto podría condicionar la realización de la segunda aspersión del glifosato en primavera por insuficiente follaje de las gramas para interceptar el herbicida antes de la emergencia del arroz. Glifosato, glufosinato y cletodim aplicados solos en plantas de *L. oryzoides* (LEROR) con 2-3 hojas mostraron un control igual o mayor a 90% (Norsworthy, J. et al. 2009). El triclopir agregado en mezcla de tanque con graminicidas como el fenoxaprop puede producir sinergismo en el control de las gramíneas perennes (Doroh, M. et al, 2011). El objetivo del estudio fue evaluar todas las sales del glifosato mezcladas con graminicidas y con el agregado de triclopir para cuantificar el rebrote de LERHE en la primavera.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se identificó un sitio con grama fina en un retorno que solo tenía una pasada de hoja niveladora pesada (Robusta) en el establecimiento San Pedro del Cebollatí. Los tratamientos fueron asperjados en fajas de 2,25 m de ancho por 30 m de largo durante el 2 y el 3 de mayo del 2013. A los 150 días después de la aplicación (DDA) de los mismos, se tomaron tres muestras de suelo de 15 cm x 15 cm y 5 cm de profundidad con plantas de *Leersia hexandra* (LERHE). Se lavaron las plantas, se secó el follaje a 100 °C durante 48 hs y se determinó el peso seco. Los herbicidas evaluados incluyeron Roundup Full II (sal potásica), Rango (isopropilamina), Roundup Ultra Max (amónico) y Panzer Gold (dimetilamina), Basta (glufosinato), Verdict M (haloxifop metil), Corsario (cletodim), Leopard (quazilofop-P-etil) y Setodim Ultra (setoxidim) solos y en mezclados en el tanque, con y sin el agregado de Garlón (triclopir). Los tratamientos fueron asperjados con una mochila presurizada con anhídrido carbónico que lleva una barra de cinco boquillas con pastillas Teejet DG 8002, liberando 180 L/ha de solución.

3. RESULTADOS

Una semana previa a la aspersión de los tratamientos, dos heladas importantes ocurrieron en el sitio experimental matando las especies susceptibles como capín, el follaje de otra gramíneas perenne en las parcelas y observándose un amarillamiento en el follaje de la grama. Los resultados obtenidos a los 150 DDA se presentan en los cuadros 1, 2, 3 y 4 para las mezclas basadas en Roundup Full II, Rango, Roundup Ultramax y Panzer Gold; respectivamente. Aunque no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos en el rebrote de LERHE, se destacan aquellos que lo redujeron en 70% o más con respecto al testigo sin herbicida.

4. CONCLUSIONES

Aunque LERHE es difícil de controlar, Roundup Full II + Verdict M + Garlón, Rango + Leopard + Hyspray, Roundup Ultra Max + Verdict M y Corsario + Garlón + Elf aplicados en otoño redujeron mayormente el rebrote. Cuando la presencia de LERHE justifique el uso de glifosato solo o mezclado con otros herbicidas de muy corta persistencia en primavera, el arroz deberá sembrarse en octubre. Si bien la eficacia de la doble aspersión de glifosato en otoño-primavera es bien conocida, el uso de glifosato mezclado con otros herbicidas contribuye a retrasar el surgimiento de biotipos resistentes en la maleza de interés comparado con el uso repetitivo del mismo.

5. BIBLIOGRAFÍA

NORSWORTHY, J.K.; SCOTT, R.C.; SMITH, K.L.; STILL, J.; MEIER, J. 2009. Herbicide Options for rice cutgrass (*Leersia oryzoides*) control. *Weed Technology* 23:1-5

DOROTH, M.; MCELROY, J.S.; VAN SANTEN, E. 2011. Evaluation of new aryloxyphenoxypropionate herbicides for control of Bermudagrass in Zoysiagrass. *Weed Technology* 25:97-102

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

² Tec. Agrop., INIA. Programa Arroz

Cuadro 1. Significación y resultados en el rebrote LERHE a los 150 DDA de los tratamientos con y sin Roundup Full II. San Pedro del Cebollatí, octubre 2013.

Herbicidas o mezclas de tanque	Dosis, L/ha	LERHE mg/planta	% red
Roundup Full II	2,7	352,1	-26
Roundup Full II	4	532,2	11
Roundup Full II + Basta	2,7 + 6	263,7	-45
Roundup Full II + Basta + Garlón	2,7 + 6 + 0,5	224,8	-53
Roundup Full II + Verdict M	2,7 + 1,5	173,6	-64
Roundup Full II + Verdict M + Garlón	2,7 + 1,5 + 0,5	82,7	-83
Roundup Full II + Corsario	2,7 + 0,6	216,9	-55
Roundup Full II + Corsario + Garlón	2,7 + 0,6 + 0,5	475,8	0,5
Roundup Full II + Leopard	2,7 + 3	131	-73
Roundup Full II + Leopard + Garlón	2,7 + 3 + 0,5	245,2	-49
Roundup Full II + Setodim Ultra	2,7 + 2	119,2	-75
Roundup Full II + Setodim Ultra + Garlón	2,7 + 2 + 0,5	237	-50
Testigo sin aplicación	0	478,2	0
Basta + Natural Oleo	6 + 0,5	351,8	-26
Basta + Garlón + Natural Oleo	6 + 0,5	205,7	-57
Verdict M + Natural Oleo	1,5 + 0,5	304,0	-36
Verdict + Garlón + Natural Oleo	1,5 + 0,5	256,2	-46
Corsario + Elf	0,6 0,5	220,1	-54
Corsario + Garlón + Elf	0,6 + 0,5	70,4	-85
Leopard + Natural Oleo	3 + 0,5	533,5	12
Leopard + Garlón + Natural Oleo	3 + 0,5	263,0	-45
Setodim Ultra + Natural Oleo	2 + 0,5	340,9	-29
Setodim Ultra + Garlón + Natural Oleo	2 + 0,5	110,9	-77
Media		269,2	
C.V.%		95,1	
Significación Bloques		0,3849	
Significación Tratamientos		0,7867	

Cuadro 2. Significación y resultados en el rebrote de LERHE a los 150 DDA de los tratamientos con y sin Rango. San Pedro del Cebollatí, octubre 2013.

Herbicidas o mezclas de tanque	Dosis, L/ha	LERHE mg/planta	% red
Rango + Hyspray	4 + 0,45	111,9	-77
Rango + Hyspray	6 + 0,45	130,3	-73
Rango + Basta + Hyspray	4 + 6 + 0,45	131,4	-73
Rango + Basta + Garlón + Hyspray	4 + 6 + 0,5 + 0,45	188,2	-61
Rango + Verdict M + Hyspray	4 + 1,5 + 0,45	113,2	-76
Rango + Verdict M + Garlón + Hyspray	4 + 1,5 + 0,5 + 0,45	285,3	-40
Rango + Corsario + Hyspray	4 + 0,6 + 0,45	223,3	-53
Rango + Corsario + Garlón + Hyspray	4 + 0,6 + 0,5 + 0,45	254,5	-47
Rango + Leopard + Hyspray	4 + 3 0 + 0,45	88,6	-81
Rango + Leopard + Garlón + Hyspray	4 + 3 + 0,5 + 0,45	296,8	-38
Rango + Setodim Ultra + Hyspray	4 + 2 + 0,45	239,0	-50
Rango + Setodim Ultra + Garlón + Hyspray	4 + 2 + 0,5 + 0,45	204,6	-57
Testigo sin aplicación	0	478,2	0
Basta + Natural Oleo	6 + 0,5	351,8	-26
Basta + Garlón + Natural Oleo	6 + 0,5	205,7	-57
Verdict M + Natural Oleo	1,5 + 0,5	304,0	-36
Verdict + Garlón + Natural Oleo	1,5 + 0,5	256,2	-46
Corsario + Elf	0,6 + 0,5	220,1	-54
Corsario + Garlón + Elf	0,6 + 0,5	70,4	-85
Leopard + Natural Oleo	3 + 0,5	533,5	12
Leopard + Garlón + Natural Oleo	3 + 0,5	263,0	-45
Setodim Ultra + Natural Oleo	2 + 0,5	340,9	-29
Setodim Ultra + Garlón + Natural Oleo	2 + 0,5	110,9	-77
Media		236,6	
C.V.%		77,3	
Significación Bloques		0,9645	
Significación Tratamientos		0,2475	

Cuadro 3. Significación y resultados en el rebrote de LERHE a los 150 DDA de los tratamientos con y sin Roundup Ultra Max. San Pedro del Cebollatí, octubre 2013.

Herbicidas o mezclas de tanque	Dosis, L/ha	LERHE mg/planta	% red
Roundup Ultra Max	2,1	100,2	-79
Roundup Ultra Max	3,2	98,8	-79
Roundup Ultra Max + Basta	2,1 + 6	162,1	-66
Roundup Ultra Max + Basta + Garlón	2,1 + 6 + 0,5	145,4	-70
Roundup Ultra Max + Verdict M	2,1 + 1,5	54,4	-89
Roundup Ultra Max + Verdict M + Garlón	2,1 + 1,5 + 0,5	363	-24
Roundup Ultra Max + Corsario	2,1 + 0,6	263,4	-45
Roundup Ultra Max + Corsario + Garlón	2,1 + 0,6 + 0,5	132,6	-72
Roundup Ultra Max + Leopard	2,1 + 3	337,8	-29
Roundup Ultra Max + Leopard + Garlón	2,1 + 3 + 0,5	228,3	-52
Roundup Ultra Max + Setodim Ultra	2,1 + 2	353,2	-26
Roundup Ultra Max + Setodim Ultra + Garlón	2,1 + 2 + 0,5	153,5	-68
Testigo sin aplicación	0	478,2	0
Basta + Natural Oleo	6 + 0,5	351,8	-26
Basta + Garlón + Natural Oleo	6 + 0,5	205,7	-57
Verdict M + Natural Oleo	1,5 + 0,5	304,0	-36
Verdict + Garlón + Natural Oleo	1,5 + 0,5	256,2	-46
Corsario + Elf	0,6 + 0,45	220,1	-54
Corsario + Garlón + Elf	0,6 + 0,5	70,4	-85
Leopard + Natural Oleo	3 + 0,5	533,5	12
Leopard + Garlón + Natural Oleo	3 + 0,5	263,0	-45
Setodim Ultra + Natural Oleo	2 + 0,5	340,9	-29
Setodim Ultra + Garlón + Natural Oleo	2 + 0,5	110,9	-77
Media		240	
C.V.%		84,6	
Significación Bloques		0,8948	
Significación Tratamientos		0,2595	

Cuadro 4. Significación y resultados en el peso seco de LERHE a los 150 DDA de los tratamientos con y sin Panzer Gold. San Pedro del Cebollatí, octubre 2013.

Herbicidas o mezclas de tanque ^(*)	Dosis, L/ha	LERHE mg/planta	% red
Panzer Gold	2,1	163,1	-66
Panzer Gold	3,2	110,2	-77
Panzer Gold + Basta	2,1 + 6	213	-55
Panzer Gold + Basta + Garlón	2,1 + 6 + 0,5	160,4	-66
Panzer Gold + Verdict M	2,1 + 1,5	255,3	-47
Panzer Gold + Verdict M + Garlón	2,1 + 1,5 + 0,5	430,4	-10
Panzer Gold + Corsario	2,1 + 0,6	157,8	-67
Panzer Gold + Corsario + Garlón	2,1 + 0,6 + 0,5	539,7	13
Panzer Gold + Leopard	2,1 + 3	221,6	-54
Panzer Gold + Leopard + Garlón	2,1 + 3 + 0,5	416,5	-13
Panzer Gold + Setodim Ultra	2,1 + 2	122,1	-74
Panzer Gold + Setodim Ultra + Garlón	2,1 + 2 + 0,5	251,3	-47
Testigo sin aplicación	0	478,2	0
Basta + Natural Oleo	6 + 0,5	351,8	-26
Basta + Garlón + Natural Oleo	6 + 0,5	205,7	-57
Verdict M + Natural Oleo	1,5 + 0,5	304,0	-36
Verdict + Garlón + Natural Oleo	1,5 + 0,5	256,2	-46
Corsario + Elf	0,6 + 0,5	220,1	-54
Corsario + Garlón + Elf	0,6 + 0,5	70,4	-85
Leopard + Natural Oleo	3 + 0,5	533,5	12
Leopard + Garlón + Natural Oleo	3 + 0,5	263,0	-45
Setodim Ultra + Natural Oleo	2 + 0,5	340,9	-29
Setodim Ultra + Garlón + Natural Oleo	2 + 0,5	110,9	-77
Media		268,6	
C.V.%		80,8	
Significación Bloques		0,8853	
Significación Tratamientos		0,3148	

Por un error involuntario, las dosis de Panzer Gold no fueron equivalentes a 4 y 6 L/ha de Rango como se pretendió quedando por debajo de 3 y 4,5 L/ha cuando se aplicó solo y de 3 L/ha cuando mezclado.

EVALUACIÓN DEL GLIFOSATO MEZCLADO EN EL TANQUE CON OTROS HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE GRAMILLA Y ALTERNANTERA

N. Saldain¹, B. Sosa²

PALABRAS CLAVE: CYNDA, ARLPH, retorno pradera

1. INTRODUCCIÓN

En general, el retorno con arroz sobre praderas viejas con mucha gramilla y alternantera pasa por un laboreo de verano temprano. Si las condiciones ambientales son favorables muchos de los estolones y rizomas brotarán en ambas especies y se desarrollarán rápidamente lo que amerita una aspersión de glifosato a fines del verano. La siembra arroz en épocas más tempranas, con temperaturas más frías, podría condicionar la realización de la aspersión del segundo glifosato en primavera por insuficiente follaje de la gramilla y alternantera para interceptar el herbicida antes de la emergencia del arroz. El triclopir agregado en mezcla de tanque con graminicidas como el fenoxaprop puede producir sinergismo en el control de las gramíneas perennes (Doroh, M. et al, 2011). El objetivo del presente estudio fue evaluar las formulaciones del glifosato como sal potásica y como isopropilamina mezcladas con graminicidas y con el agregado de distintos herbicidas para hoja ancha para cuantificar el rebrote de la gramilla brava (CYNDA) y alternantera (ARLPH) en la primavera.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se identificó un sitio con mucha gramilla brava (*Cynodon dactylon*) y alternantera (*Alternanthera philoxeroides*) en un laboreo de verano sobre una pradera vieja en un establecimiento arrocero cercano a Villa Passano. Los tratamientos se asperjaron en fajas de 2,25 m de ancho por 30 m de largo durante el 7, 8 y 9 de mayo del 2013. A los 150 días de la aplicación (DDA), se tomaron tres muestras de suelo de 15 cm x 15 cm y 5 cm de profundidad con plantas de CYNDA y ARLPH. Se lavaron las plantas, se secó el follaje a 100 °C durante 48 hs y se determinó el peso seco. Los herbicidas incluyen Roundup Full II (potásica), Rango (isopropilamina), Verdict M (haloxifop metil), Corsario (cletodim), Leopard (quazilofop-P-etil) y Setodim Ultra (setoxidim) mezclados en el tanque con y sin el agregado de Garlón (triclopir), Agrimet (metsulfuron), Ciperoff (pirazosulfuron), Tordon 101 (picloram), 2,4 D (amina) y Dombell (dicamba). Además, se incluyeron solos a dos dosis Roundup Full II, Rango, Roundup Ultra Max (amónico) y Panzer Gold (dimetilamina) más un testigo sin aspersión de herbicida. Los tratamientos fueron asperjados con una mochila presurizada con anhídrido carbónico que lleva una barra de cinco boquillas con pastillas Teejet DG 8002, liberando 180 L/ha de solución.

3. RESULTADOS

En este experimento las heladas de la última semana de abril no afectaron al capín existente en las parcelas. Con la excepción de Rango + Corsario + Garlón, los tratamientos restantes mostraron un rebrote de CYNDA significativamente inferior al del testigo (Cuadro 1), mientras que todos los tratamientos con Roundup Full II rebrotaron significativamente menos que el testigo (Cuadro 2). A modo de resumen, los tratamientos que obtuvieron un rebrote de CYNDA entre 434,2 y 48,2 con Rango y entre 319,9 y 34,9 mg/planta con Roundup Full II no fueron significativamente diferentes entre sí. El rebrote de ARLPH no fue afectado significativamente por ninguno de los tratamientos evaluados (Cuadros 1 y 2). En ambos cuadros, se destacan los tratamientos en negrita que promovieron una reducción igual o mayor al 80% del rebrote en CYNDA e igual o mayor al 70% en ARLPH.

4. CONCLUSIONES

Si bien la eficacia de la doble aspersión de glifosato en otoño-primavera es bien conocida en el control de malezas perennes, el uso de glifosato mezclado con otros herbicidas contribuye a retrasar el surgimiento de biotipos resistentes en la maleza de interés comparado con el uso repetitivo del mismo.

¹ MSc. INIA. Programa Arroz. nsaldain@inia.org.uy

² Téc. Agrop. INIA. Programa Arroz

En un laboreo de verano, cuando CYNDA es la maleza dominante existen muchos tratamientos que pueden ser utilizados a fines del verano y principio del otoño para reducir eficazmente el rebrote de CYNDA a los 150 DDA con un grado variable en la supresión del rebrote de ARLPH.

Sin embargo, cuando CYNDA y ARLPH son las especies más frecuentes en la población de las malezas y están presentes en una proporción más pareja, la mezcla de Roundup Full II + Leopard + Agrimet mostró un buen control del rebrote en CYNDA y aceptable en ARLPH mientras que Rango + Corsario + Agrimet + Hyspray tiene un comportamiento aceptable en ambas especies.

Cuadro 1. Significación y resultados en el rebrote de CYNDA y ALRPH a los 150 DDA de los tratamientos con y sin Rango. Villa Passano, octubre 2013.

Herbicidas o mezclas de tanque	Dosis, L o g/ha	CYNDA mg/planta	% red	ALRPH mg/planta	% red
Roundup Full II	2,7	302,2	-81	2043,1	21
Roundup Full II	4	160	-89	1475	-13
Panzer Gold	2,1	829,4	-47	648	-62
Panzer Gold	3,2	434,2	-72	1105,3	-35
Roundup Ultra Max	2,1	234,3	-85	1042,2	-38
Roundup Ultra Max	3,2	408,4	-74	1381,6	-18
Testigo sin aplicación	0	1553,6	0	1688,3	0
Rango + Hyspray	4	319,9	-79	1180,2	-30
Rango + Hyspray	6	146,8	-91	1732	3
Rango + Verdict M + ⁽¹⁾	4 + 1,5	364,3	-77	1238,4	-27
Rango + Verdict M + Garlón + ⁽¹⁾	4 + 1,5 + 0,5	123,4	-92	1016,1	-40
Rango + Verdict M + Agrimet + ⁽¹⁾	4 + 1,5 + 10	216	-86	1013,1	-40
Rango + Verdict M + Ciperof + ⁽¹⁾	4 + 1,5 + 80	117,4	-92	525,2	-69
Rango + Verdict M + Tordon 101 + ⁽¹⁾	4 + 1,5 + 0,7	198,8	-87	1041	-38
Rango + Verdict M + 2,4 D amina + ⁽¹⁾	4 + 1,5 + 2,5	1021,6	-34	205,2	-88
Rango + Verdict M + Dombell + ⁽¹⁾	4 + 1,5 + 0,4	148,1	-90	2132,7	26
Rango + Corsario + ⁽¹⁾	4 + 0,6	202,4	-87	924,2	-45
Rango + Corsario + Garlón + ⁽¹⁾	4 + 0,6 + 0,5	1396,3	-10	1862	10
Rango + Corsario + Agrimet + ⁽¹⁾	4 + 0,6 + 10	382,9	-75	468,7	-72
Rango + Corsario + Ciperof + ⁽¹⁾	4 + 0,6 + 80	138,1	-91	668,7	-60
Rango + Corsario + Tordon 101 + ⁽¹⁾	4 + 0,6 + 0,7	298,9	-81	909	-46
Rango + Corsario + 2,4 D amina + ⁽¹⁾	4 + 0,6 + 2,5	1018,3	-34	1367,8	-19
Rango + Corsario + Dombell + ⁽¹⁾	4 + 0,6 + 0,4	294,4	-81	660	-61
Rango + Leopard + ⁽¹⁾	4 + 3	279,6	-82	601,7	-64
Rango + Leopard + Garlón + ⁽¹⁾	4 + 3 + 0,5	512,4	-67	1437,1	-15
Rango + Leopard + Agrimet + ⁽¹⁾	4 + 3 + 10	203,8	-87	979,3	-42
Rango + Leopard + Ciperof + ⁽¹⁾	4 + 3 + 80	61,6	-96	1342,1	-21
Rango + Leopard + Tordon 101 + ⁽¹⁾	4 + 3 + 0,7	138,6	-91	1365,8	-19
Rango + Leopard + 2,4 D amina + ⁽¹⁾	4 + 3 + 2,5	509,7	-67	1065,1	-37
Rango + Leopard + Dombell + ⁽¹⁾	4 + 3 + 0,4	128,5	-92	1161,5	-31
Rango + Setodim Ultra + Hyspray	4 + 2	48,2	-97	1479,4	-12
Rango + Setodim Ultra + Garlón + ⁽¹⁾	4 + 2 + 0,5	186,4	-88	1357,8	-20
Rango + Setodim Ultra + Agrimet + ⁽¹⁾	4 + 2 + 10	303,6	-80	965,4	-43
Rango + Setodim Ultra + Ciperof + ⁽¹⁾	4 + 2 + 80	241,9	-84	682,6	-60
Rango + Setodim Ultra + Tordon 101 + ⁽¹⁾	4 + 2 + 0,7	728,0	-53	989,5	-41
Rango + Setodim Ultra + 2,4 D amina + ⁽¹⁾	4 + 2 + 2,5	891,1	-43	793,6	-53
Rango + Setodim Ultra + Dombell + ⁽¹⁾	4 + 2 + 0,4	787,3	-49	1004,7	-40
Media		418,2		1123,0	
C.V.%		93,4		64,3	
Significación Bloques		0,2569		0,8286	
Significación Tratamientos		0,0004		0,3455	
L.S.D. _{0,05}		435,7		-	

⁽¹⁾= Hyspray a 450 ml/ha. Por un error involuntario, las dosis de Panzer Gold no fueron equivalentes a 4 y 6 L/ha de Rango como se pretendió quedando por debajo de 3 y 4,5 L/ha cuando se aplicó solo.

Cuadro 2. Significación y resultados en el rebrote de CYNDA y ARLPH a los 150 DDA de los tratamientos con y sin Roundup Full II. Villa Passano, octubre 2013.

Herbicidas o mezclas de tanque	Dosis, lo g/ha	CYNDA mg/planta	% red	ALRPH mg/planta	% red
Rango + Hyspray	4	319,9	-79	1180,2	-30
Rango + Hyspray	6	146,8	-91	1732	3
Panzer Gold	2,1	829,4	-47	648	-62
Panzer Gold	3,2	434,2	-72	1105,3	-35
Roundup Ultra Max	2,1	234,3	-85	1042,2	-38
Roundup Ultra Max	3,2	408,4	-74	1381,6	-18
Testigo sin aplicación	0	1553,6	0	1688,3	0
Roundup Full II	2,7	301,0	-81	2043,1	21
Roundup Full II	4	169,2	-89	1475	-13
Roundup Full II + Verdict M	2,7 + 1,5	57,2	-96	1199,6	-29
Roundup Full II + Verdict M + Garlón	2,7 + 1,5 + 0,5	138,9	-91	797,4	-53
Roundup Full II + Verdict M + Agrimet	2,7 + 1,5 + 10	92	-94	857,6	-49
Roundup Full II + Verdict M + Ciperof	2,7 + 1,5 + 80	34,9	-98	788,7	-53
Roundup Full II + Verdict M + Tordon M 101	2,7 + 1,5 + 0,7	162,2	-89	1042,7	-38
Roundup Full II + Verdict M + 2,4 D amina	2,7 + 1,5 + 2,5	195	-87	884,7	-48
Roundup Full II + Verdict M + Dombell	2,7 + 1,5 + 0,4	264,4	-83	1753,7	4
Roundup Full II + Corsario	2,7 + 0,6	101,7	-93	1054,2	-38
Roundup Full II + Corsario + Garlón	2,7 + 0,6 + 0,5	447,1	-71	1576	-7
Roundup Full II + Corsario + Agrimet	2,7 + 0,6 + 10	83,7	-95	888,4	-47
Roundup Full II + Corsario + Ciperof	2,7 + 0,6 + 80	49,6	-97	831,1	-51
Roundup Full II + Corsario + Tordon M 101	2,7 + 0,6 + 0,7	211,1	-86	745,4	-56
Roundup Full II + Corsario + 2,4 D amina	2,7 + 0,6 + 2,5	256,7	-83	1600	-5
Roundup Full II + Corsario + Dombell	2,7 + 0,6 + 0,4	126,3	-92	861,5	-49
Roundup Full II + Leopard	2,7 + 3	197,3	-87	548,4	-68
Roundup Full II + Leopard + Garlón	2,7 + 3 + 0,5	292,3	-81	1991,3	18
Roundup Full II + Leopard + Agrimet	2,7 + 3 + 10	203,3	-87	401,7	-76
Roundup Full II + Leopard + Ciperof	2,7 + 3 + 80	233,8	-85	596,8	-65
Roundup Full II + Leopard + Tordon M 101	2,7 + 3 + 0,7	174,0	-89	612,2	-64
Roundup Full II + Leopard + 2,4 D amina	2,7 + 3 + 2,5	669,3	-57	702,1	-58
Roundup Full II + Leopard + Dombell	2,7 + 3 + 0,4	97,6	-94	706	-58
Roundup Full II + Setodim Ultra	2,7 + 2	251,5	-84	525,4	-69
Roundup Full II + Setodim Ultra + Garlón	2,7 + 2 + 0,5	950,5	-39	760,9	-55
Roundup Full II + Setodim Ultra + Agimet	2,7 + 2 + 10	254,8	-84	684	-59
Roundup Full II + Setodim Ultra + Ciperof	2,7 + 2 + 80	207,4	-87	1664,9	-1
Roundup Full II + Setodim Ultra + Tordon M 101	2,7 + 2 + 0,7	470,0	-70	746,5	-56
Roundup Full II + Setodim Ultra + 2,4 D amina	2,7 + 2 + 2,5	557,1	-64	1993,9	18
Roundup Full II + Setodim Ultra + Dombell	2,7 + 2 + 0,4	665,9	-57	672,9	-60
Media		324		1075,5	
C.V.%		84,0		64,8	
Significación Bloques		0,1749		0,9559	
Significación Tratamientos		<0,0001		0,1499	
L.S.D. _{0,05}		303,2		-	

Por un error involuntario, las dosis de Panzer Gold no fueron equivalentes a 4 y 6 L/ha de Rango como se pretendió quedando por debajo de 3 y 4,5 L/ha cuando se aplicó solo.

5. BIBLIOGRAFÍA

DOROTH, M.; MCELROY, J.S.; VAN SANTEN, E. 2011. Evaluation of new aryloxyphenoxypropionate herbicides for control of Bermudagrass in Zoysiagrass. Weed Technology 25:97-102

SELECTIVIDAD DEL NOMICER Y RICER EN VARIEDADES DE ARROZ DE DISTINTO TIPO

N. Saldain¹, B. Sosa²

PALABRAS CLAVE: Inhibidores ALS, bispiribac-sodio, penoxulam

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de mantenerse competitivos reduciendo los costos por tonelada de arroz producido, focaliza las energías en la obtención de la mayor proporción posible del rendimiento potencial para una situación dada. El arroz sembrado temprano permite aprovechar al máximo las variables del ambiente en los períodos críticos (Deambrosi, E. et al., 1994). El cambio climático en el cual estamos inmersos, está cambiando la distribución de las temperaturas y la frecuencia de los eventos con temperaturas extremas (Ziska, L.H y Dukes, J.S., 2011). Poseer un conjunto de prácticas adaptadas al escenario que se está generando es importante para contribuir a reducir la vulnerabilidad de nuestro sistema productivo. Se condujo un experimento para estudiar la selectividad de los herbicidas inhibidores de la ALS como Nomicer y Ricer en variedades de arroz del tipo *japónica* tropical y *japónica* templada en siembra tempranas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembraron sin mover el suelo en la primavera dos ensayos en la Unidad Experimental del Paso de la Laguna sobre un Solod Melánico de la Unidad de suelos de La Charqueada, que venía de un laboreo de verano al que se le había asperjado previamente glifosato. A continuación, se presentan los resultados de las muestras de suelo promediados de los dos ensayos que fueron sembrados el 04-oct-2012 a una densidad de 650 semillas viables/m². Las parcelas fueron fertilizadas con 130 kg/ha de 18-46-0 al voleo inmediatamente después de la siembra.

Análisis de suelo – Selectividad del Nomicer y Ricer en variedades de arroz. UEPL, 2012-2013.

pH(H ₂ O)	C.O.% ⁽¹⁾	P(Bray I), ppm	K (meq 100/g)
6,0	1,80	5,4	0,22

⁽¹⁾ M.O.% = C.O.% x 1,724; Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua. INIA La Estanzuela.

Los tratamientos estudiados se dispusieron en bloques al azar con tres repeticiones (Cuadro 1). Éstos fueron asperjados con una mochila presurizada con anhídrido carbónico que lleva una barra de cuatro boquillas con pastillas Teejet DG 8002, liberando 140 L/ha de solución. Al final de la aplicación de cada tratamiento, se verificó que el volumen del gasto quedara entre ± 5% de lo teórico para saber que se estaba en la dosis pretendida. La fecha de aspersión de los herbicidas fue el 01-nov-2012 para ambos ensayos presentando el arroz entre 2-4 hojas. A la semana de la aplicación, los ensayos fueron bañados. Dos coberturas de urea de 50 kg/ha fueron realizadas, la primera al macollaje el 12-nov-2012 en ambos ensayos y la segunda al alargamiento de entrenudos en función de las variedades (INIA Tacuarí, Parao y Perla: 14-dic-2012; C289, EEA 404 y Hayate: 20-dic-2012). Se determinó el número de plantas/m² contando un metro lineal en los tres surcos centrales. Por apreciación visual de cada parcela, se estimó la fecha en que alcanzó el 50% de las panojas florecidas. A la cosecha, se midió la altura de la planta desde el suelo hasta la punta de la panoja extendida. Además, se realizaron muestreos para la determinación de los componentes del rendimiento, humedad y calidad industrial.

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en ambos ensayos. UEPL, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis, ml/ha	Ensayo 1	Ensayo 2
Testigo desmalezado a mano	0		
Nomicer + Plurafac	100 + 0,5%	INIA Tacuarí y Parao	
Nomicer + Plurafac	200 + 0,5%	<i>japónica</i> tropical	EEA 404, Perla y Hayate
Ricer + Natural Óleo	150 + 0,5	C289	<i>japónica</i> templada
Ricer + Natural Óleo	300 + 0,5	<i>j. tropical</i> x <i>j. templada</i>	

¹ MSc. INIA. Programa Arroz. nsaldain@inia.org.uy

² Tec. Agrop. INIA. Programa Arroz

3. RESULTADOS

A los efectos de tener una más clara idea de los comportamientos observados en esta zafra, en la figura 1, se muestra la evolución de los registros meteorológicos ± 7 días alrededor de la fecha de aspersión de los herbicidas en las zafras 2011-12 y 2012-13.

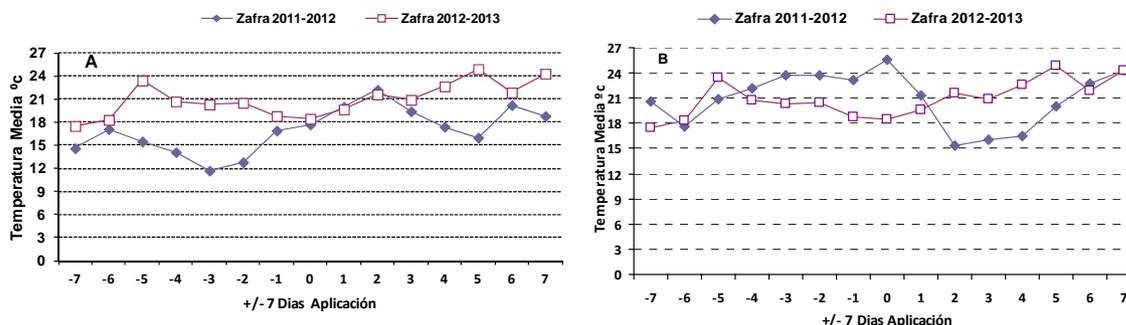


Figura 1. Evolución de la temperatura media diaria en el período comprendido entre los siete días previos y los siete días posteriores a la fecha de la aspersión de los tratamientos herbicidas. **A:** INIA Tacuarí y Parao (04-nov-2011 y 01-nov-2012); **B:** C289 y Hayate (29-nov-2011 y 01-nov-2012). UEPL, 2011-12 y 2012-13. El día cero representa el día de la aspersión de los herbicidas.

Ensayo 1

Se detectaron diferencias significativas entre las variedades para todas las variables presentadas y la interacción entre variedad y tratamiento para el rendimiento de arroz seco, sano y limpio, la altura de planta y los granos llenos/panoja (Cuadro 2).

Cuadro 2. Significación de los tratamientos evaluados para algunas variables seleccionadas en el ensayo 1. UEPL, 2012-2013.

Fuente de variación	f50	alt	rssl	gllp	pmg
Significación Bloques	0,0002	0,0005	0,3035	0,2904	0,0166
Significación Variedad	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Significación Tratamiento	0,1498	0,8606	0,0383	0,3671	0,0649
Significación Variedad x Tratamiento	0,0745	0,0189	0,0142	0,0172	0,075
Media	26-ene-13	83	9129	87	25,2
C.V.%	-	2,3	7,7	13,8	1,9

f50= 50% de floración; alt=altura de planta a la cosecha en cm; rssl= rendimiento de arroz seco, sano y limpio en kg/ha; gllp= granos llenos/panoja; pmg= peso 1000 granos en g

Cuando se separaron las medias por la prueba Dunnett-Hsu al 5% de la interacción, comparando el testigo con cada uno de los tratamientos dentro de cada variedad para altura de planta y los granos llenos/panoja no se pudieron encontrar diferencias significativas (datos no mostrados). En cambio, se detectaron diferencias significativas en el rendimiento de arroz (Cuadro 3).

Cuadro 3. Separación de medias correspondientes a los tratamientos herbicidas evaluados por variedad para rendimiento de arroz sano, seco y limpio en kg/ha. UEPL, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis, ml /ha	INIA Tacuarí	p.	Parao	p.	C289	p.
Testigo	0	10758	-	11325	-	7205	-
Nominee ⁽¹⁾	100	9619	ns	10582	ns	6349	ns
Nominee ⁽¹⁾	200	10081	ns	11002	ns	6495	ns
Ricer ⁽²⁾	150	9611	ns	9844	ns	7526	ns
Ricer ⁽²⁾	300	8781	<0,05	9580	<0,05	7893	ns
Dunnett-Hsu _{0,05}	1589 kg/ha						
Dunnett-Hsu _{0,01}	2018 kg/ha						

⁽¹⁾ Plurafac al 0,5%; ⁽²⁾ Natural Óleo a 500 ml/ha

En la zafra 2012-2013 de manera similar que la zafra anterior, ni Nominee ni Ricer aplicados a la dosis más bajas de la etiqueta afectaron el rendimiento de arroz en INIA Tacuarí y en Parao (Saldain, N. y Sosa, B., 2012), aunque como se observa en la figura 1 A., la temperatura media en la etapa vegetativa temprana fue contrastante entre años. En la zafra 2012-2013, Nominee no afectó el rendimiento de arroz ni de INIA Tacuarí ni tampoco de Parao, mientras que en la zafra anterior cuando se usó Nominee a la dosis doble se observó una tendencia a presentar menor rendimiento en Parao con respecto al testigo (10%). Sin embargo en la zafra finalizada, Ricer a la dosis doble afectó tanto el rendimiento de

INIA Tacuarí como aquel de Parao siendo que en la zafra 2011-2012 había sido afectado significativamente solamente Parao. El rendimiento de C289 no fue afectado en ninguna de las zafras estudiadas, observándose una tendencia similar de las temperaturas medias diarias en el entorno de la aspersión en ambas zafras (Figura 1B.).

Ensayo 2

Se detectaron diferencias significativas solamente entre las variedades de arroz para las variables presentadas y para los granos llenos/panoja la interacción fue significativa (Cuadro 4).

Cuadro 4. Significación de los tratamientos evaluados para algunas variables seleccionadas en el ensayo 2. UEPL, 2012-2013.

Fuente de variación	f50	alt	rssl	gllp	pmg
Significación Bloques	0,26	0,4439	0,7623	0,0277	0,0742
Significación Variedad	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Significación Tratamiento	0,4361	0,5911	0,0566	0,5768	0,4205
Significación Variedad x Tratamiento	0,631	0,7572	0,4787	0,0409	0,3877
Media	26-ene-13	94	6808	62	29,8
C.V.%	-	3,3	8,2	10,2	2,6

f50= 50% de floración; alt=altura de planta a la cosecha en cm; rssl= rendimiento de arroz seco, sano y limpio en kg/ha; gllp= granos llenos/panoja; pmg= peso 1000 granos en g

La separación de medias entre variedades no se presenta y tampoco la correspondiente a la interacción debido a que no se detectó diferencias significativas entre las comparaciones con el testigo y cada tratamiento dentro de cada variedad por la prueba de Dunnett-Hsu al 5%. Aunque no existieron diferencias significativas para la interacción en el rendimiento de arroz en el análisis estadístico, al separar las medias por la prueba de Dunnett-Hsu se detectó que la dosis doble de Ricer redujo significativamente el rendimiento de arroz comparado con el testigo en EEA 404 (Cuadro 5). En el campo, se observó que tanto Nominee como Ricer detuvieron el crecimiento vegetativo temprano de EEA 404, recuperándose al embarrigado sin detectar diferencias significativas en el inicio de la floración ni en la altura a la cosecha (datos no mostrados).

Cuadro 5. Separación de medias correspondientes a los tratamientos evaluados por variedad para rendimiento de arroz sano, seco y limpio, kg/ha. UEPL, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis, ml /ha	EEA 404	p.	Perla	p.	Hayate	p.
Testigo	0	9086	-	6387	-	5985	-
Nominee ⁽¹⁾	100	9090	ns	5835	ns	6052	ns
Nominee ⁽¹⁾	200	8891	ns	5416	ns	6079	ns
Ricer ⁽²⁾	150	8293	ns	5735	ns	5718	ns
Ricer ⁽²⁾	300	7817	<0,05	5709	ns	5673	ns
Dunnett-Hsu _{0,05}	1237 kg/ha						
Dunnett-Hsu _{0,01}	1567 kg/ha						

⁽¹⁾= Plurafac al 0,5%; ⁽²⁾=Natural Óleo a 500 ml/ha

4. CONCLUSIONES

El uso de Nominee a 100 ml/ha y de Ricer a 150 ml/ha fue seguro en INIA Tacuarí y Parao con arceses de 2-3 hojas en años contrastantes en siembras tempranas. C289 y Perla presentaron cierta tendencia a la reducción del rendimiento de arroz debido al Nominee aunque no estuvieron sometidas a temperaturas frescas, mientras que Hayate no presentó ese comportamiento. EEA 404 se mostró más sensible a la dosis doble de Ricer que Perla y Hayate.

5. 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.

SALDAIN, N.; SOSA, B. 2012. Selectividad de los herbicidas usados en arroz en El Paso 144, INIA Olimar, INIA Tacuarí y Parao. In: INIA Treinta y Tres. Arroz Resultados Experimentales 2011-2012. Treinta y Tres: INIA p. 24-29 (Serie Actividades de Difusión 686).

ZISKA, L.H.; DUKES, J.S. 2011. Weed biology and climate change. Blackwell Publishing Ltd. (Wiley-Blackwell). 235 p.

RICEPROTEX APLICADO A LA SEMILLA DE ARROZ COMO ANTIDOTO DEL CLOMAZONE EN VARIEDADES DE ARROZ DE DISTINTO TIPO

N. Saldain¹, B. Sosa²

PALABRAS CLAVE: Dithiolate, albinismo, variedades arroz

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). El cambio climático en el cual estamos inmersos está modificando la distribución de las temperaturas y la frecuencia de los eventos con temperaturas extremas (Ziska, L.H y Dukes, J.S., 2011). El uso del clomazone en preemergencia es crítico para el control inicial de malezas, convirtiéndose a keto-clomazone en la planta siendo el responsable de la muerte de las especies susceptibles. En el arroz produce albinismo en las plántulas incluso muerte de ellas dependiendo de cantidad absorbida de clomazone. El dithiolate es un insecticida organo-fosforado aplicado a la semilla que inhibe la enzima P450 responsable de la conversión del clomazone a keto-clomazone, evitando los síntomas de albinismo. Poseer un conjunto de prácticas adaptadas al escenario que se está generando es importante para contribuir a reducir la vulnerabilidad de nuestro sistema productivo. Se condujo un experimento para estudiar el efecto protector del dithiolate en la expresión del albinismo provocado por el clomazone en variedades de arroz del tipo *índica*, *japónica* tropical y *japónica* templada en siembra tempranas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembraron sin mover el suelo en la primavera tres ensayos en la Unidad Experimental del Paso de la Laguna sobre un Solod Melánico de la Unidad de suelos de La Charqueada, que venía de un laboreo de verano al que se le había asperjado previamente glifosato. A continuación, se presentan los resultados de las muestras de suelo promediados de los tres ensayos que fueron sembrados.

Análisis de suelo - Riceprotex en variedades de arroz. UEPL, 2012-2013.

pH(H ₂ O)	C.O.% ⁽¹⁾	P(Bray I), ppm	K (meq 100/g)
5,8	1,64	4,8	0,18

⁽¹⁾ M.O.% = C.O.% x 1,724; Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua. INIA La Estanzuela.

Se usó una densidad de 650 semillas viables/m² siendo las parcelas fertilizadas con 130 kg/ha de 18-46-0 al voleo inmediatamente después de la siembra. Los tratamientos estudiados surgieron del arreglo factorial de las dosis de Cibelcol (480 g i.a./L), sin y con Riceprotex (800 g i.a./L) en la semilla y tres variedades de arroz distinto tipo por ensayo, disponiéndose en bloques al azar con tres repeticiones (Cuadro 1). El arroz se trató en húmedo con 800 ml de Riceprotex /100 kg de semilla usando una solución de 2,2 L para ese peso de semilla. Los tratamientos fueron asperjados con una mochila presurizada con anhídrido carbónico que lleva una barra de cuatro boquillas con pastillas Teejet DG 8002, liberando 140 L/ha de solución. Al final de la aplicación de cada tratamiento, se verificó que el volumen del gasto quedara entre ± 5% de lo teórico para saber que se estaba en la dosis pretendida. Dos coberturas de urea de 50 kg/ha fueron realizadas, la primera al macollaje el 09-nov-2012 (Ensayo 1), el 12-nov-2012 (Ensayo 2) y el 19-nov-2012 (Ensayo 3) previo a la inundación, siendo la segunda al alargamiento de entrenudos en función de las variedades (INIA Olimar y El Paso 144: 04-dic-2012; INIA Tacuarí, Parao y Perla: 14-dic-2012; C289, EEA 404 y Hayate: 20-dic-2012).

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en los tres ensayos con Riceprotex. UEPL, 2012-2013.

Herbicida	Dosis, L/ha	Riceprotex	Fecha de siembra	Fecha de aspersión
Testigo desmalezado a mano	0	no		
Testigo desmalezado a mano	0	sí	Ensayo 1: 06-oct-12	Ensayo 1: 16-oct-12
Cibelcol	1	no	Ensayo 2: 06-oct-12	Ensayo 2: 15-oct-12
Cibelcol	1	sí	Ensayo 3: 20-oct-12	Ensayo 3: 26-oct-12
Cibelcol	2	no		En preemergencia sin arroz nacido
Cibelcol	2	sí		

¹ MSc. INIA. Programa Arroz, nsaldain@inia.org.uy

² Tec. Agrop. INIA. Programa Arroz

Se determinó el número de plantas/m² contando un metro lineal en los tres surcos centrales. Por apreciación visual de cada parcela, se estimó la fecha en que alcanzó el 50% de las panojas florecidas. A la cosecha, se midió la altura de la planta desde el suelo hasta la punta de la panoja extendida. Además, se realizaron muestreos para la determinación de los componentes del rendimiento, humedad y calidad industrial.

3. RESULTADOS

A los efectos de tener una más clara idea de los comportamientos observados en esta zafra, en la figura 1, se muestra la evolución de algunos registros meteorológicos alrededor de la fecha de aspersión del Cibelcol en preemergencia en ensayos de las zafras 2009-2010 y 2012-2013.

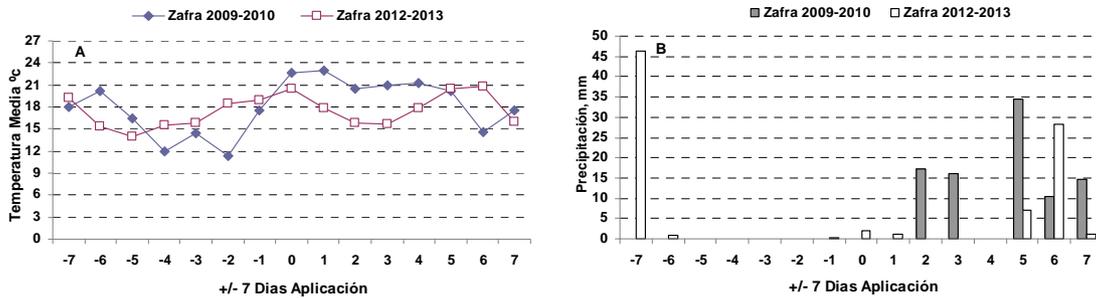


Figura 1. Evolución de la temperatura media y de la precipitación diaria en el período comprendido ± siete días alrededor de la fecha (día cero) de la aspersión del herbicida. **A:** Temperatura media diaria. Ensayo 1 y 2 (16/15-oct-2012 y 29-oct-2009); **B:** Precipitación diaria. Ensayo 1 y 2 (16/15-oct-2012 y 29-oct-2009). UEPL, 2011-12 y 2012-13.

Ensayo 1

Dentro de las variables que se presentan, el análisis estadístico detectó solamente diferencias significativas debido al Riceprotex ($p=0,0042$) y dosis de Cibelcol ($p=0,0122$) en las plantas/m² y el efecto del antídoto en el rendimiento de arroz seco, sano y limpio al 10% ($p=0,0972$). Además, en este experimento INIA Olimar obtuvo un rendimiento de arroz corregido por calidad superior significativamente a El Paso 144 (11164 kg/ha vs 100049; respectivamente). La separación de medias de las variables mencionadas usando la prueba de Tukey al 5% se introduce en el cuadro 2.

Cuadro 2. Separación de medias para las dosis de Cibelcol y el Riceprotex en las plantas/m² y el rendimiento de arroz seco, sano y limpio (rssl), kg/ha. UEPL, 2012-2013.

Cibelcol, L/ha	plantas/m ²	rssl, kg/ha	Riceprotex	plantas/m ²	rssl, kg/ha
0	294 a	10730	Sin	296 a	10416
1	288 a	10768	Con	260 b	10797
2	252 b	10322			
Tukey _{0,05}	28	ns	Tukey _{0,05}	19	ns

ns= no significativo

Ensayo 2

Lo más destacable del análisis estadístico, es que se encontró diferencias significativas debido a la interacción entre variedad por Riceprotex ($p=0,0005$) para el rendimiento de arroz seco, sano y limpio, para el inicio de la floración (f50) y las plantas/m². A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la separación de medias de la interacción comentada anteriormente usando la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Separación de medias para la interacción variedad por Riceprotex. UEPL, 2012-2013

Variedad	Riceprotex			Riceprotex			Riceprotex		
	Sin plantas/m ²	Con plantas/m ²	p.	Sin Inicio floración	Con Inicio floración	p.	Sin rssl	Con rssl	p.
INIA Tacuarí	333	296	ns	13-ene	15-ene	0,0443	9903	9765	ns
Parao	293	210	<0,0001	20-ene	21-ene	ns	11389	10995	ns
C289	242	188	0,0192	17-ene	17-ene	ns	8011	9600	0,0008
Tukey _{0,05}	48			1 día			1048 kg/ha		

Comparación realizada entre sin y con Riceprotex dentro de la misma variedad; rssl= rendimiento de arroz seco, sano y limpio, kg/ha; ns= no significativo

Ensayo 3

Como este ensayo fue sembrado dos semanas más tarde que los anteriores, se presentan los datos meteorológicos alrededor de la fecha de aspersión de los tratamientos de Cibelcol en preemergencia (Figura 2) en la zafra que finalizó comparados con aquellos de la zafra 2009-2010.

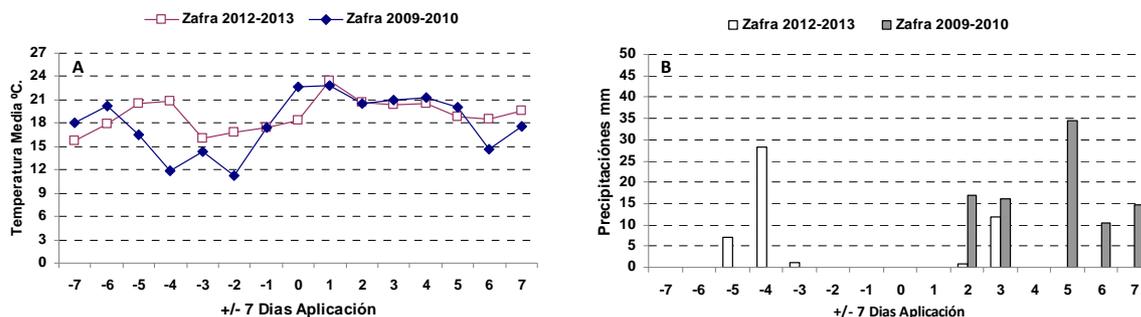


Figura 2. Evolución de la temperatura media y de la precipitación diaria en el período comprendido entre ± siete días alrededor de la fecha (día cero) de la aspersión del herbicida. **A:** Temperatura media diaria. Ensayo 3 (26-oct-2012 y 29-oct-2009); **B:** Precipitación diaria. Ensayo 3 (26-oct-2012 y 29-oct-2009). UEPL, 2011-12 y 2012-13.

El análisis estadístico de los datos detectó diferencias significativas debido a la interacción entre variedad por Riceprotex en las plantas/m² (p=0,0026), el inicio de la floración (p=0.0310) y para el efecto del Riceprotex en el rendimiento de arroz seco, sano y limpio (p=0.0355). A continuación, se introducen la separación de medias para la interacción (Cuadro 4) y para el efecto del antídoto (Cuadro 5). Si bien se observan algunos efectos tempranos del Riceprotex en algunas variedades de arroz no se tradujo en efectos en el rendimiento de arroz. En promedio, el uso del Riceprotex aumentó el rendimiento de arroz para este tipo de variedades.

Cuadro 4. Separación de medias para la interacción variedad por Riceportex de las variables seleccionadas. UEPL, 2012-2013.

Variedad	Riceprotex		p.	Riceprotex		p.	Riceprotex		p.
	Sin plantas/m ²	Con plantas/m ²		Sin Inicio floración	Con Inicio floración		Sin rssl	Con rssl	
EEA 404	431	414	ns	08-feb	09-feb	ns	7339	7226	ns
Perla	325	375	0,0875	14-ene	14-ene	ns	4835	5463	ns
Hayate	308	264	ns	30-ene	28-ene	0,0637	6749	7639	ns
Tukey _{0,05}	54			2,4 días			1116 kg/ha		

Comparación realizada entre sin y con Riceprotex dentro de la misma variedad; rssl= rendimiento de arroz seco, sano y limpio, kg/ha; ns= no significativo

Cuadro 5. Separación de medias para Riceprotex en las variables seleccionadas. UEPL, 2012-2013.

Riceprotex	plantas/m ²	Inicio de floración	rssl
Sin	355 a	28-ene-13 a	6308 b
Con	351 a	27-ene-13 a	6775 a
Tukey _{0,05}	21	1 día	434 kg/ha

rssl= rendimiento de arroz seco, sano y limpio, kg/ha; ns= no significativo

4. CONCLUSIONES

Claramente surge de los datos que en las variedades del tipo *índica* El Paso 144 e INIA Olimar y en las del tipo *japónica* tropical, INIA Tacuarí y Parao, el uso de Riceprotex redujo las plantas/m² o atrasó el inicio de la floración un par de días sin llegar a afectar el rendimiento de arroz. En cambio, el uso del Riceprotex en las variedades C289 (derivada de un cruzamiento entre materiales del tipo *japónica* templada x *japónica* tropical) y en EEA 404, Perla y Hayate (*japónica* templadas) aumentó de manera significativa el rendimiento de arroz.

5. 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.

ZISKA, L.H.; DUKES, J.S. 2011. Weed biology and climate change. Blackwell Publishing Ltd. (Wiley~Blackwell). 235 p.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

COMPORTAMIENTO DE LOS CULTIVARES CLEARFIELD® CL244 Y CL212 A NIVEL EXPERIMENTAL Y EN VALIDACIÓN

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

PALABRAS CLAVE: Mejoramiento genético, arroz, resistencia a imidazolinonas

1. INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación por la expansión de la maleza arroz rojo ha llevado a un incremento en el área cultivada con el sistema Clearfield®, que implica la siembra de cultivares resistentes imidazolinonas y el uso de estos herbicidas. En la zafra 2012-13 el área sembrada con híbridos y variedades Clearfield® (CL) alcanzó a 9% del área total del país. El programa de mejoramiento genético de arroz de INIA viene trabajando en el desarrollo de cultivares CL, en el marco de un acuerdo de investigación con BASF, en base a la incorporación de la segunda generación de resistencia desarrollada por Louisiana State University (LSU). Las poblaciones introducidas de LSU, en 2001, han sido utilizadas en nuestro programa en cruzamientos con cultivares locales para transferir la resistencia.

Como resultado de este trabajo, se han seleccionado dos cultivares *Indica* provenientes del mismo cruzamiento, CL244 y CL212, los cuales se destacaron en el proceso de evaluación, al que ingresaron en 2006-07. En base a estos resultados, estos cultivares ingresaron al sistema de validación en cultivos comerciales, previsto en el convenio de validación, licencia temprana y producción de semilla de cultivares de arroz, acordado entre la Asociación de Cultivadores de Arroz, la Gremial de Molinos Arroceros, COOPAR e INIA. La multiplicación de semillas de CL244 fue iniciada en 2010-11, siendo incluida en ensayos regionales en fajas ese año y en 2011-12, ingresando en validación en 2011-12, ampliándose el área de la misma en 2012-13. Por su parte, la purificación de semillas de CL212 fue iniciada en 2011-12, realizándose una multiplicación contra estación en el invierno de 2012, ingresando a validación en pequeña escala en 2012-13, zafra en la que también se instalaron algunas fajas de observación en predios de productores. En el presente resumen se incluye la información de CL244 y CL212 generada en los ensayos internos de evaluación de cultivares de 2006-07 a 2012-13, en los cultivos comerciales de validación de 2012-13 y en las fajas de CL212 localizadas en algunos de estos cultivos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La información experimental presentada (Cuadro 1) corresponde a los ensayos internos de evaluación de cultivares CL, desde que CL244 y CL212 ingresaron a evaluación preliminar en 2006-07 hasta 2012-13, junto a los testigos Puitá INTA CL y CFX18. Estos ensayos fueron localizados todos los años en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (Treinta y Tres), pero en las cuatro últimas zafras también se localizaron en la Unidad Experimental Paso Farías (Artigas). Estos ensayos contaron con dos repeticiones en las dos primeras zafras, y en las cinco restantes con tres, siendo las parcelas de 6 hileras de 3,5 m a 0,2 de separación. Los ensayos localizados en Paso de la Laguna fueron tratados con una aplicación de Kifix de 210 g/ha con el correspondiente coadyuvante.

En 2012-13 se realizaron cultivos de CL244 en 9 chacras de productores que utilizaron el sistema Clearfield®. Los cultivos de CL244 tuvieron una superficie de 3 a 102 ha, localizándose 2 de ellos en Río Branco (Cerro Largo), 2 en Rincón (T. y Tres), 2 en San Luis/Arroyitos, en 18 de Julio (Rocha), en Colonia Palma y Paso de León (Artigas). En siete chacras, los productores plantaron también otras variedades o híbridos CL, y en los casos en que las situaciones son comparables (fecha de siembra, manejo de suelo, etc.), se presenta el rendimiento de estas otras variedades como referencia. En una de las chacras, CL244 fue la única variedad CL, presentándose como referencia el rendimiento de una variedad convencional. En las chacras 8 y 9, la información de área corresponde al total de ambas chacras, al igual que la de calidad. En la zafra pasada también se realizó un cultivo de validación de

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

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

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

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

⁵ Asistente de Investigación, INIA Programa Arroz

CL212 en la zona de Río Branco, en una de las localizaciones donde también se sembró CL244. En el Cuadro 2 se presenta la fecha de siembra, área, rendimiento SL y parámetros de calidad de CL244 y CL212, así como el rendimiento de testigos.

En dos de las chacras mencionadas (Chacra 3 y Chacra 5) se localizaron fajas de CL212 y del cultivar CL707, este último de calidad americana. Estas fajas fueron sembradas y cosechadas por INIA, y manejadas por el productor, presentándose la información en el Cuadro 3.

3. RESULTADOS

A. Comportamiento en ensayos internos 2006-2007 a 2012-2013. En el cuadro 1 se observa el comportamiento de CL244 y CL212 en Paso de la Laguna en siete años de evaluación. El rendimiento promedio de ambos cultivares fue 11 y 8% superior al del testigo Puitá INTA CL, respectivamente. El ciclo a floración de CL244 y CL212 es precoz y ambos presentan buena calidad molinera. Los parámetros físico químicos, indicadores de la calidad culinaria son típicos de los cultivares *Indica*, con contenido de amilosa intermedio-alto. Cabe mencionar que en pruebas de cocción, CL244 ha mostrado un comportamiento superior. Por su parte, CL212 mantiene mayor resistencia a *Pyricularia* que CL244, que se comporta como susceptible a muy susceptible, y que la variedad Puitá INTA CL. CL 212 también posee granos de mayor tamaño que los de estos cultivares, y una tolerancia algo mayor a desgrane.

Cuadro 1. Comportamiento de CL244, CL212 y variedades testigo en Paso de la Laguna, Treinta y Tres. Promedios de rendimiento, características agronómicas, calidad industrial y culinaria en 7 años (2006-2007 – 2012-2013).

Cultivar	Rendimiento		Altura cm	Com. Flor. días	Sclero- tium (1)	Pyri- cularia (1)	B.Tot. %	Entero %	Yesa. %	Amilo. %	Disp. Álcali
	kg/ha	%Puitá									
	TyT (N=7)										
CL244	9478	111	83	93	5.9	7.5	67.9	61.3	2.6	23.2	6.4
CL212	9172	108	87	96	5.1	3.1	68.2	60.0	4.4	21.3	6.4
Puitá INTA CL	8508	100	82	103	5.7	5.4	68.8	62.2	1.9	23.2	6.2
CFX 18	7912	93	78	105	5.6	1.7	72.4	69.2	5.0	21.7	5.5

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

En los tres últimos años de la serie, se incorporó al híbrido Inov CL (RiceTec) como testigo adicional en estos ensayos. En esta comparación, el rendimiento promedio del híbrido (10,8 t/ha), superó 34% al de Puitá INTA CL, mientras que la ventaja de CL244 y CL212 sobre esta variedad se amplió a 21 y 17%, respectivamente. A pesar de que el rendimiento de CL244 (9,8 t/ha), fue 1 t más bajo que el del híbrido, los menores costos de semilla y fertilización del primero, permiten que pueda posicionarse en forma competitiva.

B. Comportamiento en cultivos de validación en 2012-2013. En las 400 hectáreas cultivadas, el rendimiento promedio ponderado de CL244 fue de 163 bls/ha. En las chacras 1 y 2, localizadas en Río Branco, a pesar que las fechas de siembra fueron contrastantes, el rendimiento de CL244 fue similar (167-170 bls/ha) (Cuadro 2). En el caso de la chacra 1, el mayor rendimiento fue alcanzado por Inov CL, mientras que los rendimientos de Gurí y Puitá INTA CL fueron similares a los de CL244. Sin embargo, en la chacra 2, sembrada a mediados de noviembre, el rendimiento de Gurí INTA CL fue inferior al de CL244. En esta chacra también se sembró CL212 en forma tardía (3 de diciembre), una vez que la semilla fue importada de la multiplicación contra estación. A pesar de la fecha de siembra, el rendimiento fue de 165 bls/ha. En las chacras 1 y 2 se registró ataque de Brusone, mostrando CL212 buen nivel de resistencia. La cosecha de la chacra 1 fue tardía, lo cual afectó el porcentaje de entero. En la chacra 3 (Rincón), en un laboreo de verano sembrado en forma directa sobre taipas, CL244 alcanzó el máximo rendimiento (189 bls/ha), superando a Inov CL, situación que se invirtió en la chacra 4. Complementariamente, en la chacra 3 se localizó una faja de CL212, que alcanzó 196 bls/ha. En la chacra 5, CL244 también mostró alto rendimiento y buena calidad molinera. En este caso Inov CL alcanzó excelente rendimiento, al igual que la faja de CL212. En las chacras de la zona Norte (6 y 7) CL244 tuvo rendimientos similares a los de Inov CL e INIA Olimar. Por su parte, las chacras 8 y 9 fueron sembradas en forma directa, sobre rastrojo y retorno con laboreo de verano, respectivamente.

Cuadro 2. Comportamiento de CL 244 y CL212 en cultivos de validación realizados en 2012-13 y rendimiento de cultivares comerciales sembrados en fechas y condiciones comparables.

Chacra	Zona	Fecha siembra	Área ha	Rend SL bls/ha	B. Tot %	Entero %	Yeso %	Rend. SL (bls/ha) otras variedades				
								Inov CL	Gurí	Puitá	CL212	Olimar
CL244												
Chacra 1	R. Branco	28-30 oct	39	167	69.5	53.0	6.1	190	166	165	-	-
Chacra 2	R. Branco	14 nov	6	170	70.4	66.4	2.6	-	156	-	165	-
Chacra 3	Rincón	17 oct	32	189	69.0	60.5	1.4	173	-	-	196*	-
Chacra 4	Rincón	15-30 oct	102	158	68.3	58.7	4.0	186	-	-	-	-
Chacra 5	18 de julio	16 oct	3	181	68.4	63.3	1.4	204	-	-	204*	-
Chacra 6	Col. Palma	fin set	36	173	-	-	-	-	-	-	-	177
Chacra 7	Paso de León	20 nov	100	157	68.4	54.7	5.1	159	-	-	-	-
Chacra 8	San Luis/Arroyitos	6 oct	83	153	69.1	58.9	2.6	-	-	148	-	-
Chacra 9	San Luis/Arroyitos	1 nov		169				-	-	-	-	-
Total			401	163.4								
CL212												
Chacra 2	R. Branco	3 dic	13	165	70.7	60.8	4.4	-	156	-	-	-

* Rendimiento correspondiente a fajas de CL212.

C. Fajas de CL212 en 2012-13. En el Cuadro 3 se observa el comportamiento de CL212 y CL707 en fajas localizadas en las chacras 3 y 5. El rendimiento de CL212 fue destacado, promediando 10 t/ha (200 bls/ha) en las dos localizaciones, y su peso de 1000 granos superó los 30 g, mostrando también baja esterilidad.

Cuadro 3. Rendimiento, calidad molinera y componentes de rendimiento de fajas de CL707 y CL212, 2012-13.

Cultivar	Rend Bls/ha	Altura cm	B. tot %	Entero %	Yesa. %	Pan/ m2	Gr tot/ pan	Esteril. %	Peso gr g
Chacra 3 - Rincón									
CL707	(1)	75	69.7	62.7	2.5	576	88	12.1	23.4
CL212	196	83	68.8	57.5	4.3	680	79	9.8	30.5
Chacra 5 - 18 de julio									
CL707	167	67	70.6	68.0	3.2	837	86	19.2	22.4
CL212	204	79	69.1	60.0	5.5	791	70	13.7	30.4

(1) Rendimiento afectado por daño de pájaros.

3. CONCLUSIONES

Los cultivares CL244 y CL212 se muestran como una alternativa competitiva para el sistema Clearfield®, con mayor rendimiento, precocidad y tolerancia a siembras tardías que Puitá INTA CL. CL 244 se destaca también por su excelente comportamiento en la cocción y CL212 por su adecuada resistencia a *Pyricularia*. Existe disponibilidad de semilla de ambos cultivares y en la próxima reunión del comité técnico del convenio de variedades se analizará la situación y definirá su eventual liberación comercial y/o continuación en validación.

4. BIBLIOGRAFÍA

BLANCO, P.; MOLINA, F.; SILVERA, W. 2012. Evaluación de cultivares Clearfield en ensayos en fajas. In: Arroz, Resultados Experimentales 2011-12, INIA Treinta y Tres. p. 6:32-34. (Serie Actividades de Difusión 686).

AGRADECIMIENTOS: A los Departamentos Técnicos de SAMAN y COOPAR y a los productores/firmas O. Leites, R. Vencato, F. Andrade, C. Piegas, Cadore, S. Gómez, Labrustar, Agrop. Carumbé y Arroyitos 1213, por su apoyo para la concreción de estos trabajos y por el aporte de información.

L5903

F. Pérez de Vida¹ P. Blanco², F. Molina³

PALABRAS CLAVE: resistencia a *Pyricularia*, potencial de rendimiento, subtipo *Indica*

1. INTRODUCCIÓN

L5903 es un cultivar promisorio del subtipo *Indica* del Programa de Mejoramiento Genético de INIA. El mismo ha sido avanzado a la primer multiplicación de semilla (básica) en la zafra 2012-13. Luego de varios años de evaluación en el campo experimental de Paso de la Laguna, este genotipo se destaca por alta productividad y sólida resistencia a *Pyricularia*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El novel cultivar es resultante de la selección local en una población originada en el cruzamiento simple de L-1435 (INIA Cuaró)/CT9506, realizado en 1997 por P. Blanco. CT9506 es un genotipo originado en CIAT, Colombia producto del cruzamiento triple (CT7769 (ECIA 24-107-1/P 2231-F4-13-2-1B) x WC217 (CT5746-18-11-4-1-3X)) de amplios objetivos: calidad de grano, resistencias múltiples a *Pyricularia*, hoja blanca, manchado de grano, escaldado de la hoja, helminthosporium, tagosodes oryzicola y resistencias a toxicidad de hierro y a toxicidad de aluminio (Martínez C. 2005). Siguiendo a la selección en generaciones F2 a F6, fue evaluado inicialmente en el año 2003-04 hasta 2005-06 en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL); desde 2006-07 se evalúa también en las UE 5 Sauces (UE5S, Tacuarembó) y Paso Farías (UEPF, Artigas). En la zafra 2009/10 se realizó un procedimiento de reelección y definición de tipos mediante la siembra de panojas/hileras, iniciándose así la producción de semilla experimental en base a 30 panojas. En las zafras subsiguientes la línea experimental L5903 formó parte de evaluaciones en ensayos en UEPL, en Evaluación Final, incluyendo localizaciones en Centro-Norte (UE5S) y Norte (UEPF). En la zafras 2011-12 y 2012-13 se integró a la Red Nacional de Evaluación de Cultivares.

3. RESULTADOS

Rendimiento. La productividad de L5903 es similar a la de los cultivares comerciales El Paso 144 (EP144) e INIA Olimar (Olimar), incluidos como testigos comunes en los experimentos en que se evaluó a la novel LE (Figura 1). Las variedades comerciales presentaron rendimientos -en una serie de 16 experimentos en 8 años- entre 8 y 11.2 t/ha, con medias de 9.27 y 9.65 t/ha. L5903 alcanzó una productividad media de 9.92 t/ha, -5% más que los mencionados cultivares-. Estos valores se registraron en experimentos localizados en UEPL (10), UE5S (3) y UEPF(5), no comprendiendo los experimentos con siembra tardía en UEPL.

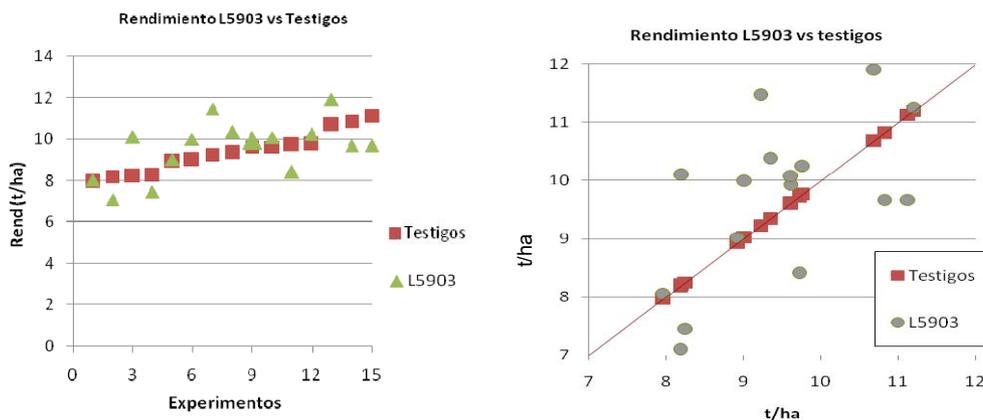


Figura 1. Rendimiento (t/ha) en L5903 y promedio de testigos El Paso 144 e INIA Olimar en UEPL (n=9), UE5S (n=3) y UEPF (n=4).

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

² MSc. INIA. Programa Arroz. pblanco@inia.org.uy

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

Rendimiento según localidades. En la región Este (UEPL) en el promedio de los ocho años evaluados L5903 (9.9 t/ha) presenta una tendencia ($P=0.06$) a superar la productividad en "Sano Seco y Limpio" (SSL) a EP144 (9.3 t/ha); esta diferencia no es significativa en términos de rendimiento físico (9.3 vs 9.0 t/ha, respectivamente, figura 2b). En el Norte del país (UE5S y UEPF), dicha diferencia resulta significativa ($P=0.0522$), presentando ambos cultivares rendimientos SSL de 10.2 y 9.1 t/ha respectivamente (figura 2a). Los rendimientos (SSL y físico) de L5903 y Olimar no se diferencian significativamente, en esta serie de experimentos.

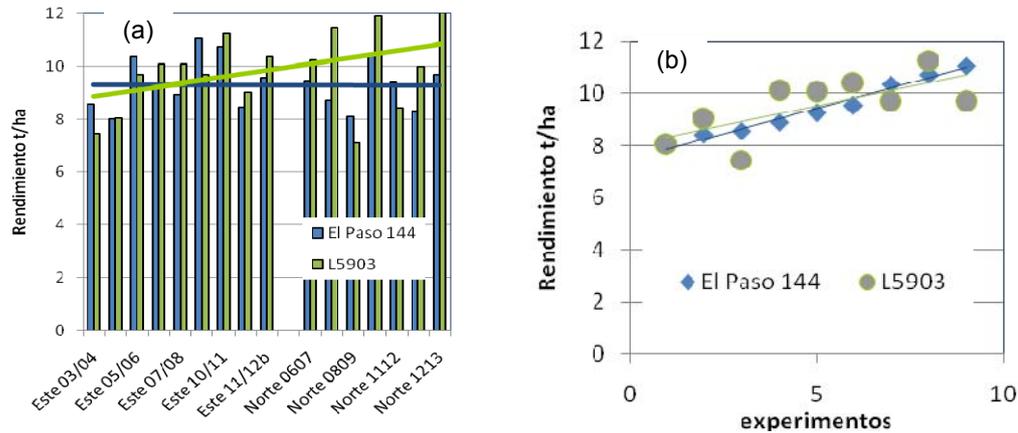


Figura 2. Rendimiento (t/ha) en L5903 y El Paso 144 en experimentos sembrados en a) región Este vs Norte; b) región Este (n=9) .

Cuadro 1. Rendimiento (t/ha) de cultivares en UEPL (Paso de la Laguna, Treinta y Tres), Norte (Paso Farías, Artigas y 5 Sauces, Tacuarembó) en experimentos sembrados con Laboreo Convencional (Conv) y Siembra Directa (SD) en la serie de 18 experimentos en zafas 2003/04 a 2012/13.

Cultivar	Rendimiento				
	SSL UEPL Conv	Rend UEPL Conv	Rend UEPL SD	SSL Norte Conv	Rend Norte Conv
t/ha					
El Paso 144	9,33 b	9,03 b	8,55 a	9,08 b	9,30 b
INIA Cuaró	10,31 a	10,1 ab	8,28 a	8,79 b	9,55ab
INIA Olimar	9,84 ab	9,48 a	7,53 a	9,93 ab	10,10 a
L5903	9,87 ab	9,28 ab	7,81 a	10,23 a	10,36 a

Valores en columnas con letras iguales no difieren significativamente ($P=0.05$).

Calidad Molinera. L5903 ha presentado valores superiores de % de blanco total respecto a las variedades comerciales y a su progenitor INIA Cuaró (Cuaró) en los ambientes evaluados. El % de granos enteros -superando en todos los casos la base de comercialización- resultó superior a las variedades solo en localizaciones del Centro-Norte y Norte del país (cuadro 2). El % de granos yesados resulta intermedio a los obtenidos en EP144 (7.1-10.7%) y Olimar (4-5.6%).

Cuadro 2 Parámetros de calidad molinera (%) y relación largo:ancho de granos de cultivares en UEPL (Paso de la Laguna, Treinta y Tres) y Norte (Paso Farías, Artigas y 5 Sauces, Tacuarembó) en la serie de 18 experimentos en zafas 2003/04 a 2012/13.

Cultivar	Blanco Total UEPL	Blanco Total Norte	Entero UEPL	Entero Norte	Yesado UEPL	Yesado Norte	Rel L:A
	%						
El Paso 144	68,7 b	68,4 b	62,6 a	59,1 b	7,08 a	10,7 a	2.97 c
INIA Cuaró	68,2 b	68,3 b	64,8 a	59,2 b	5,36 ab	6,56 ab	3.11 b
INIA Olimar	67,8 b	67,8 b	62,8 a	59,7 b	3,98 b	5,57 b	3.33 a
L5903	70,3 a	69,8 a	64,1 a	63,2 a	5,79 ab	8,04 ab	3.14 b

Valores en columnas con letras iguales no difieren significativamente ($P=0.05$).

Componentes del rendimiento. En 3 años de evaluación en fechas de siembra en UEPL, L5903 presentó valores de panojas/m² (647) similares a las variedades testigo (EP144=631, Olimar=626), así como de granos tot/panojas (107, 100 y 106 por su orden) y de esterilidad de granos (29.9%, 26.6% y 29.8%). Al igual que los cultivares comerciales mencionados, L5903 presenta escasa adaptación a siembras tardías; en figura 3 se aprecia un incremento significativo de la esterilidad de granos en fechas intermedias ("2" en el gráfico) respecto a los testigos. El peso de 1000 granos es de 26.1 g.

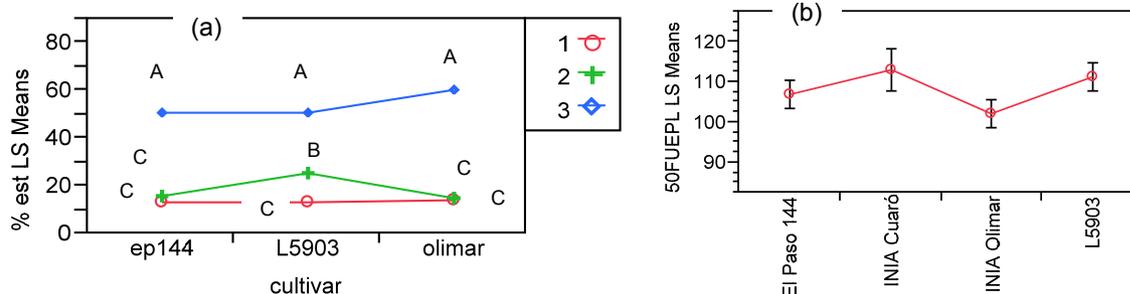


Figura 3. a) Esterilidad de granos en cultivares según épocas de siembra en Paso de la Laguna (UEPL), serie 2010/11 a 2012/13. Puntos con letras iguales no difieren significativamente ($P=0.05$); b) Días a 50% de floración en cultivares en UEPL, serie 2003/04 a 2012/13.

Características agronómicas. L5903 es un cultivar del subtipo *Indica*, con macollaje abundante, erecto, y compacto. La altura máxima de la canopia alcanza los 85 cm -similar a EP 144 y 5 cm superior a Olimar-. El follaje presenta pilosidad y se mantiene erecto durante la etapa de llenado de granos. El largo de la hoja bandera es de 25 cm, similar a EP144 y Olimar. La duración del ciclo de siembra a 50% de floración es de 111 días, estadísticamente similar a su progenitor Cuaró (113) y EP144 (107); Olimar presenta un ciclo intermedio de 102 días.

Resistencia a enfermedades a hongos: *Pyricularia*. L5903 presenta reacción de resistencia HR en hoja a *Pyricularia*, evaluada en camas de infección en UEPL (S. Avila, com.pers. 2009; S. Martínez com.pers. 2011, 2012, 2013). En la zafra 2011/12 su reacción en hojas y cuello fue de 0 a 1 y 0, respectivamente. Las variedades comerciales EP144 y Olimar presentaron valores típicos de alta susceptibilidad (8, HS) en hojas y cuellos. En 2012/13, -de modo similar a años previos- la reacción de L5903 fue de 1, mientras que los testigos alcanzaron valores de 7-8. ***Rhizoctonia sp* y *Sclerotium Oryzae*.** En la reacción al complejo de enfermedades del tallo predominan síntomas asociados a *Sclerotium* con muy baja prevalencia de *Rhizoctonia*. En el primer caso se han registrado valores de ISD=61.3, mientras que los testigos presentaron 80.3 y 70.2 (EP144 y Olimar respectivamente).

4. CONCLUSIONES

L5903 es un novel cultivar del sutipo *Indica* de granos largo:fino, con alto potencial de rendimiento. La calidad molinera es adecuada con destacados porcentajes de granos enteros y blanco total. Este cultivar expresa su potencial productivo en siembras tempranas en la región Este, teniendo su mayor productividad en la región Norte y Centro-Norte del país Se destaca su resistencia a *Pyricularia*, habiendo presentado valores de HR (0-1) en varios años de evaluación.

En la zafra 2013/14 estará disponible para su ingreso en etapa de validación, incluyéndose en pequeñas áreas en chacras comerciales.

5. BIBLIOGRAFÍA

PÉREZ DE VIDA F. 2012. Mejoramiento Genético en cultivares del Subtipo *Indica*. Actividades de Difusión 686. 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., SILVERA W., RAMÍREZ D., SANCHEZ C., MARCHESI C. 2011. Evaluación de cultivares *Indica*. Actividades de Difusión 651. INIA Treinta y Tres.

EVALUACIÓN FINAL DE CULTIVARES

F. Pérez de Vida¹, P. Blanco², F. Molina³, G. Carracelas⁴.

PALABRAS CLAVE: Rendimiento, adaptación, germoplasma elite

1. INTRODUCCIÓN

El Programa de Mejoramiento Genético de Arroz (PMGA) de INIA incluye en su Evaluación Final a cultivares que se han destacado en años previos. En esta evaluación, los genotipos elite se exponen a diferentes ambientes dados por fechas de siembra y localizaciones. En el primer caso se busca entender su adaptación a condiciones climáticas cambiantes, en particular, eventos asociados con bajas temperaturas y radiación reducida. Las diferentes localizaciones (Este, Centro-Norte y Norte) permiten el análisis de la interacción Genotipo*Ambiente en una escala geográfica mayor, dadas las significativas diferencias en parámetros climáticos y suelos predominantes en cada región de producción.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la zafra 2012-13 en las Unidades Experimentales Paso de la Laguna, (UEPL, Treinta y Tres), 5 Sauces (UE5S, Tacuarembó) y Paso Farías (UEPF, Artigas). En UEPL se realizaron 3 fechas de siembra (EP1: 5/10, EP2: 27/10 y EP3: 26/11), en UE5S el 15/10 y en UEPF 5/11. El diseño experimental es de bloques completos al azar con 4 repeticiones en UEPL y 3 repeticiones en UE5S y UEPF. El manejo de los experimentos incluyó control químico de malezas, sin aplicación de insecticidas ni fungicidas e inundación temprana estableciendo una lámina permanente a los 25-30 días pos emergencia. Se realizaron fertilizaciones basal y en coberturas (macollaje e inicios de primordio) completando 74, 64 y 55 kg/ha de N en EP1, EP2 y EP3 respectivamente. En los 3 experimentos de UEPL se aplicaron 72 kg/ha de P₂O₅ y 13 kg/ha de K₂O. En UE5S se aplicaron 84 kg/ha de N y en UEPF un total de 46 kg/ha de N. El tamaño de las unidades experimentales fue de 8.4 m² y se estimó rendimiento en un área de 2.4m². Se registró fecha de 50% de floración y altura de la canopia en ese estadio. Se incluyeron 28 cultivares, de los cuales fueron testigos 4 cultivares comerciales (El Paso 144, INIA Olimar, INIA Tacuarí e INIA Parao), un cultivar híbrido (INOV CL) y dos variedades CL (Puitá y Gurí) dirigidos a la tecnología Clearfield. Se evaluaron líneas experimentales del subtipo *Japónica* tropical (6), *Indica* (8), híbridos (CIAT/HIAAL) (3), cultivares CL (2)(subtipo *Indica*) y 2 cultivares *Japónica* templado (granos cortos y medios).

3. RESULTADOS

Rendimiento según ambientes.

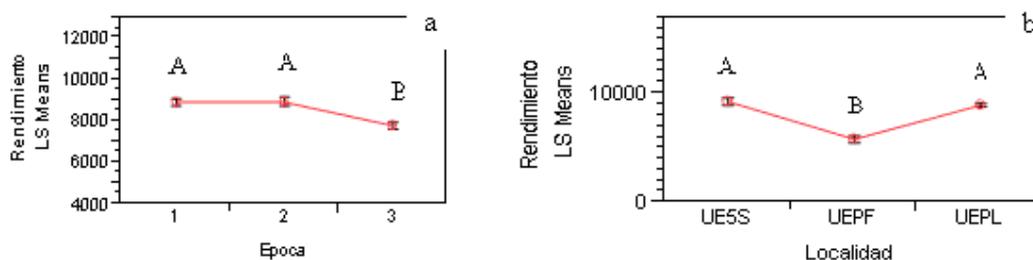


Figura 1. Rendimiento (kg/ha) según: a) fechas de siembra en UEPL; Época 1: 5/10, 2:27/10 y 3:26/11; b) localidades Paso de la Laguna, Treinta y Tres (UEPL), 5 Sauces, Tacuarembó (UE5S) y Paso Farías, Artigas (UEPF) en zafra 2012/13.

La productividad en UEPL varió significativamente entre fechas de siembra, siendo Ep3 la de menor rendimiento. El rendimiento en esta fecha de siembra se ve disminuido por una oferta ambiental reducida en radiación y régimen de temperaturas (datos no mostrados). En UEPF debido a problemas de

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

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

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

⁴ M.Sc. INIA. Programa Arroz. gcarracelas@inia.org.uy.

implantación se obtuvo un potencial de rendimiento signifi. menor que las otras localizaciones (figura 1b). En función de estos resultados se presenta el análisis de cultivares en los ambientes de alta productividad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados en experimentos de alta productividad en 2012-13: Rendimiento (t/ha) (Época 1, Época 2 (Treinta y Tres), 5 Sauces (Tacuarembó), media y valor medio relativo a los testigos Olimar y El Paso 144 (VR), días a 50% de floración, reacción a Pyricularia (en cama de infección), dispersión en álcali, relación largo:ancho de granos molinados, % blanco total, % de granos enteros y % de granos yesados (*=promedios de épocas 1 y 2, UEPL).

Cultivar	Rend (t/ha)			Media	Media VR	50%* Flor (días)	relacion			BTot* %	Ent.* %	Yes*. %
	Ep1	Ep2	5S				Pyri	L:A*	Alcali*			
El Paso 144	9.93	8.16	9.34	9.14	98	107	7.0	2.95	6.0	69.5	60.4	2.6
Olimar	9.70	10.39	8.72	9.61	102	100	7.0	3.19	6.0	69.8	61.9	2.0
Tacuarembó	5.28	8.69		6.98	74	93	2.5	3.03	5.1	71.5	65.0	2.9
Parao	9.89	10.87	10.18	10.32	110	101	2.5	3.07	5.0	70.3	61.7	5.0
L5287	9.13	9.93	8.31	9.13	97	99	0.0	3.04	5.1	71.8	62.7	2.3
L7069	9.44	7.68	8.45	8.52	91	101	0.0	3.17	5.0	72.1	57.5	2.6
L8154	7.04	8.90	7.62	7.85	84	95	3.0	3.08	5.3	71.6	60.0	2.7
L8686	8.69	9.11	9.09	8.96	96	98	3.0	3.04	5.1	72.3	61.4	2.6
L7951	8.96	9.28	9.85	9.36	100	102	3.0	3.05	5.1	71.5	61.7	2.7
L8817	9.29	9.20	9.08	9.19	98	102	2.0	3.02	5.1	73.2	64.7	2.8
CL244	7.62	9.07	6.47	7.72	82	99	6.0	3.03	6.0	69.0	60.6	2.2
CL212	8.15	9.27	7.68	8.37	89	100	4.0	3.12	6.0	69.2	61.1	2.7
Puitá	8.21	7.37	7.80	7.79	83	102	4.0	3.07	6.0	70.0	63.4	0.7
Gurí	9.83	9.91	7.88	9.21	98	100	7.0	2.87	6.0	69.8	60.1	2.3
C289	8.24	6.46	7.45	7.39	79	117	7.0	2.15	6.0	72.6	68.3	1.8
Samba	5.87	8.82	7.42	7.37	79	94	8.0	2.54	6.0	70.7	62.7	2.9
L5903	10.05	9.37	11.93	10.45	111	109	1.0	3.13	6.0	72.3	61.7	2.1
L5904	9.94	9.49	10.40	9.94	106	109	1.5	3.13	6.0	71.9	66.0	1.5
SLI-09195	9.94	9.99	10.85	10.26	109	109	1.0	3.17	6.0	70.5	61.8	3.9
SLI-09045	9.96	10.22	10.71	10.29	110	101	1.0	3.16	6.0	69.5	61.3	1.4
SLI-09197	10.40	7.07	10.07	9.18	98	109	1.0	3.16	6.0	70.3	63.6	2.2
SLF-09290	8.04	7.92	8.32	8.09	86	103	0.0	3.00	6.0	70.5	65.0	1.1
SLF-10088	8.92	8.59	10.77	9.43	101	104	4.0	3.18	6.0	70.3	62.1	1.6
SLF-10257	9.01	8.70	8.45	8.72	93	100	0.0	2.86	6.0	71.0	60.5	2.5
CT23057H	9.83	8.01	14.89	10.91	116	119	0.0	3.25	6.0	71.2	59.1	3.8
CT23020H	10.04	8.80	8.61	9.15	98	106	5.0	3.09	6.0	70.6	59.9	1.9
CT23034H	10.68	8.25	11.10	10.01	107	104	0.0	3.07	6.0	71.4	60.2	3.4
Inov CL	9.69	9.67	9.09	9.48	101	100	3.0	2.82	6.0	69.6	57.0	4.2
Media	8.99	8.90	9.28	9.12	-	103	-	3.04	-	70.9	61.8	2.5
P (cultivar)	0.001	0.001	0.001	0.001	-	0.001	-	0.001	-	0.001	0.001	0.001
CV %	9.1	8.2	16.6	12.1	-	8.1	-	9.1	-	2.0	7.9	66.3
Tukey 5%	2.2	1.99	4.2	2.7	-	16	-	0.76	-	3.8	12.9	4.4
MDS 5%	1.15	1.03	2.16	1.49	-	8.1	-	0.43	-	2.01	6.9	2.34

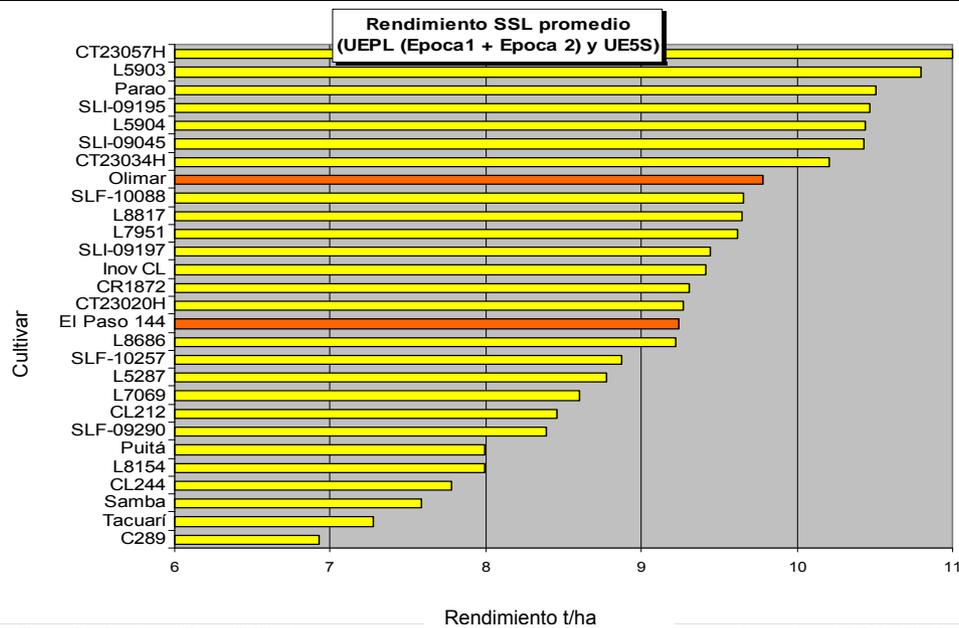


Figura 2. Rendimiento (t/ha) SSL (sano, seco y limpio, promedio de experimentos EP1, EP2 (UEPL y 5S (UE5S, Tacuarembó)

En promedio de las localidades, varios cultivares de tipo *Indica* (L5903, L5904, SLI-09195, SLI-09045, SLI-09197, SLF-10088) y *Japónica* tropical (L7951, L8817) presentan rendimientos similares o superiores a las variedades El Paso 144 (9.1 t/ha) e INIA Olimar (9.6 t/ha) (cuadro 1, figura2), con la ventaja adicional de superarlas en su sanidad frente a *Pyricularia* (reacción HS en cama de infección (S.Martínez, com.pers.). El cultivar promisorio L5903 consolida su performance en siembras tempranas (10.5 t/ha) con su máx. rendimiento en UE5S (12 t/ha); así mismo, SLI-09195 y SLI-09045 presentan alto potencial y estabilidad en los ambientes más productivos (9.9-10.9 t/ha). Las dos primeras presentan un ciclo similar a EP144, mientras que SLI-09045 es de ciclo intermedio. Estos presentaron indicadores normales en calidad molinera, culinaria (dispersión en álcali) y dimensiones de granos pulidos. Por otra parte, L5904 tiene un comportamiento estable en los tres ambientes,; mientras que SLI-09197 presenta buen potencial como en años previos (Pérez de Vida 2012), decayendo en la siembra de fin de octubre. En su primer año de evaluación, se destaca en el grupo de cultivares híbridos el genotipo CT23057H con muy alto potencial en siembras tempranas en UEPL y UE5S, alcanzando 10.9 t/ha promedio en 119 días de ciclo a floración. CT23034H obtiene rendimientos de más de 10 t/ha en siembra temprana y UE5S, promediando 0.5 t/ha más que el híbrido Inov CL.

4. CONCLUSIONES

En una zafra de alta productividad (promedio de El Paso 144 y Olimar=9.4 t/ha) se destaca el comportamiento de la variedad Parao (10.3 t/ha). Nuevas líneas experimentales de subtipo *Indica* combinan alta productividad (L5903, SLI-09195, SLI-09045, rinden 10% más respecto a los testigos) y alta resistencia a *Pyricularia*.

5. BIBLIOGRAFÍA

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 *Indica*. Actividades de Difusión 686. INIA Treinta y Tres.

EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE CALIDAD AMERICANA

P. Blanco¹, F. Molina², S. Martínez³, W. Silvera⁴

PALABRAS CLAVE: Mejoramiento genético, arroz, japónica tropical

1. INTRODUCCIÓN

En la zafra 2012/13 se evaluaron un total de 860 líneas experimentales de tipo japónica tropical (calidad americana). Estos cultivares se distribuyeron en ensayos Avanzados, Intermedios y Preliminares. Cinco de los cultivares en evaluación avanzada también fueron incluidos en los ensayos internos de evaluación final y en la Red Nacional de Evaluación de Cultivares. Los 351 cultivares de calidad americana en evaluación avanzada se agruparon en ensayos E5, E4 y E3, cumpliendo 5, 4 y 3 años de evaluación, respectivamente. Todos estos ensayos fueron sembrados en la Unidad Experimental Paso de la Laguna. En el capítulo solamente se presenta información resumida de los materiales más avanzados desde su ingreso a evaluación, para los 41 cultivares incluidos en los ensayos E5 y los 51 incluidos en los ensayos E4, así como un breve panorama del rendimiento de los 259 cultivares E3 en 2012-13, cuya información de calidad está siendo procesada al cierre de esta publicación.

Las 82 líneas experimentales en evaluación intermedia fueron distribuidas en 2 ensayos E2 con dos repeticiones. Complementariamente, en la zafra 2012-13, ingresaron en evaluación preliminar 420 líneas experimentales de calidad americana, provenientes de cruzamientos locales, las que fueron distribuidas en 7 ensayos con dos repeticiones.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos E5 y E4 fueron sembrados el 18-19/10, y los E3 el 27/10/12. Por su parte, los ensayos E2 fueron sembrados el 5/11 y los E1 el 14-15/11/12. 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. La fertilización basal fue realizada al voleo e incorporada con disquera, aplicándose 20 kg/ha de N, 68 kg/ha de P₂O₅ y 14 kg/ha de K₂O. Los ensayos recibieron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 32,2 y 27,6 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 + 0,85 l/ha + 0,2 kg/ha). El diseño de los ensayos E5, E4 y E3 fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Por razones de espacio, no se presentan los cuadros con la información y análisis estadísticos correspondientes a la zafra 2012-13, sino información de los cultivares E5 y E4 más destacados en los 5 y 4 años de evaluación, respectivamente. En el caso de los cultivares E3, sólo se presenta gráficamente el espectro de rendimientos obtenido en 2012-13. Se evaluó rendimiento, calidad industrial y culinaria, características agronómicas e incidencia de enfermedades 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.

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

A. Cultivares E5. En la zafra 2012/13, los 3 ensayos E5 tuvieron rendimientos promedio similares, entre 9,4 y 9,7 t/ha. En el ensayo E5-1, un grupo de 6 cultivares superó significativamente en rendimiento a INIA Tacuarí (9 t/ha), entre los que se encontraron las variedades INIA Olimar, Querencia y Parao, y las líneas L8738, L8817 y L8686. Las dos últimas también fueron incluidas en evaluación final. En el ensayo E5-2, los rendimientos de Parao, INIA Olimar, El Paso 144 y 6 líneas superaron significativamente al de INIA Tacuarí. Por su parte, en el ensayo E5-3 se destacaron las mismas variedades mencionadas en el E5-2, L5287 y 8 líneas experimentales.

Con respecto al comportamiento en el periodo 2008-09 _ 2012-13, en la Figura 1 se presenta un panorama del rendimiento promedio obtenido para las líneas incluidas en los tres ensayos, así como el promedio de las variedades testigo. Los rendimientos promedio de Parao y El Paso 144 fueron similares (9,7 t/ha), destacándose INIA Olimar y un grupo de 5 líneas experimentales, con rendimientos mayores a

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, smartinez@inia.org.uy

⁴ Asistente de Investigación, INIA Programa Arroz

10 t/ha. L8738, que tuvo el máximo rendimiento en el periodo, mostró problemas de yesado, pero las restantes líneas destacadas tuvieron buena calidad (Cuadro 1).

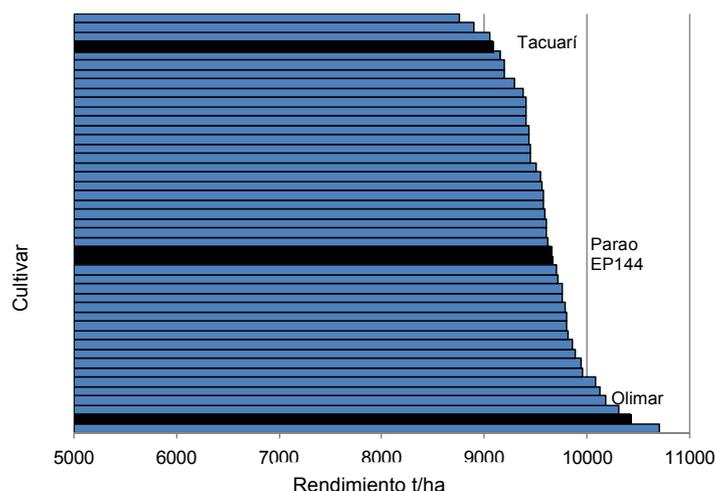


Figura 1. Rendimiento promedio (kg/ha) en 2008-09_2012-13 de las líneas incluidas en los ensayos E5-1, E5-2 y E5-3, y promedio de las variedades testigo en dichos ensayos.

Cuadro 1. Evaluación Avanzada, E5-1, E5-2 y E5-3. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas (5 años), para las líneas experimentales más destacadas en los tres ensayos. Testigos: promedio de los tres ensayos en el periodo indicado.

Ensayo	Nº	Cultivar	Rendimiento kg/ha	%Tcrí	Altura cm	Cflor días	Rhiz. (1)	Scle (1)	Pyri (1)	B.Tot %	Entero %	Yesa. %	Amilo %	Alcali %
E5-1	12	L 8738	10706	118	82	101	2.4	5.1	0.3	70.6	60.5	14.3	16.9	5.1
		INIA Olimar	10426	115	86	101	2.4	5.8	7.4	68.7	62.4	3.3	21.0	6.3
E5-1	15	L 8817	10319	114	78	104	3.0	5.4	0.7	72.5	64.8	4.6	19.5	5.1
E5-1	5	L 8653	10192	112	87	105	2.5	5.5	1.5	70.2	60.6	7.8	17.0	5.1
E5-1	9	L 8686	10136	112	76	104	2.1	5.2	3.2	71.7	64.6	4.2	18.2	5.1
E5-1	1	L 8522	10081	111	87	101	1.9	5.4	0.3	70.5	59.3	6.5	22.7	5.0
E5-2	13	L 8754	9960	110	77	105	1.1	4.7	3.5	71.6	63.6	7.6	16.3	5.0
E5-1	16	L 8802	9947	110	91	103	2.5	5.2	0.0	71.6	63.7	5.6	17.9	5.2
E5-1	14	L 8770	9883	109	86	100	3.2	5.7	2.7	71.1	64.8	4.8	18.0	5.2
E5-3	4	L 8888	9861	109	88	108	1.8	5.0	2.3	70.9	60.9	9.1	16.9	5.3
E5-1	6	L 8695	9817	108	83	101	2.5	5.2	1.3	71.3	66.6	4.4	18.9	5.0
E5-3	5	L 8889	9810	108	86	109	1.1	4.8	2.0	70.5	63.8	9.3	16.5	5.2
E5-2	9	L 8556	9806	108	87	99	2.2	5.3	2.8	71.8	62.5	6.8	17.0	5.2
E5-1	18	L 8472	9789	108	78	100	3.5	5.2	3.7	71.4	64.2	5.2	19.9	5.1
E5-2	4	L 8615	9767	108	85	102	2.6	5.0	0.7	69.9	60.2	10.3	22.2	5.0
E5-2	3	L 8597	9756	107	81	102	2.7	5.4	0.0	70.0	56.9	3.6	21.2	5.1
E5-3	8	L 8405	9717	107	75	105	3.0	5.6	3.0	72.8	66.7	5.6	15.9	5.2
		El Paso 144	9705	107	88	107	2.7	6.7	7.4	69.1	63.4	5.0	18.1	6.4
		Parao	9665	107	75	107	1.5	4.7	2.2	70.0	65.3	5.5	19.1	5.1
		INIA Tacuarí	9080	100	85	97	3.8	6.0	2.8	71.0	65.1	7.1	18.9	5.1
		Media	9627		82	104	2.5	5.3	2.5	71.2	63.6	5.9	18.6	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. En la zafra 2012-13, los ensayos E4-1 y E4-2 tuvieron rendimientos similares (9,5 y 9,6 t/ha). Sólo INIA Olimar y L5287 superaron significativamente el rendimiento de INIA Tacuarí en E4-1, e INIA Olimar y el Paso 144 en el E4-2, con rendimientos superiores a 11 t/ha. El rendimiento de Parao fue similar al de las mejores líneas E4. En el periodo 2009-10_2012-13, los máximos rendimientos promedio fueron alcanzados por las variedades comerciales INIA Olimar, Parao y El Paso 144, los que fueron 17 a 11% superiores al de INIA Tacuarí, respectivamente. No existieron líneas de mayor destaque, ya que las dos de mayor rendimiento mostraron problemas de calidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Evaluación Avanzada, E4-1 y E4-2. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas (4 años), para las líneas experimentales más destacadas en los dos ensayos. Testigos: promedio de los dos ensayos en el periodo indicado.

Ensayo	Nº	Cultivar	Rendimiento		Altura cm	Cflor días	Ros (1)	Scle (1)	Pyri (1)	B.Tot Entero		Yesa. %	Amilo %	Alcali %
			kg/ha	%Tcrí						%	%			
		INIA Olimar	11107	117	83	99	2.2	5.8	7.7	68.8	62.1	5.1	20.4	6.3
		Parao	10619	112	76	106	2.5	4.9	2.2	69.4	63.9	6.2	20.3	5.0
		El Paso 144	10544	111	87	104	2.7	6.5	7.7	69.4	63.0	5.0	19.9	6.8
E4-1	17	L 9054	10520	111	92	102	2.1	5.1	0.7	71.9	56.2	5.0	20.6	5.0
E4-2	18	L 9221	10299	108	92	102	2.9	5.7	1.3	69.6	59.2	9.8	20.9	5.1
E4-1	23	L 9087	9895	104	77	103	3.0	5.4	0.8	71.0	62.5	6.2	18.8	5.0
E4-2	10	L 9157	9865	104	83	102	2.5	5.3	0.7	72.2	66.8	1.8	20.3	5.0
E4-2	8	L 9154	9843	103	82	102	2.1	5.1	0.8	72.7	67.2	5.6	18.9	5.0
E4-1	5	L 8967	9835	103	87	106	2.4	5.3	0.0	70.6	63.0	6.6	18.1	5.2
E4-2	13	L 9183	9698	102	85	99	3.9	5.3	0.8	72.3	66.4	4.7	17.7	5.0
E4-2	16	L 9216	9621	101	88	98	1.5	5.9	3.7	70.2	61.7	6.1	20.6	5.3
		INIA Tacuarí	9520	100	85	96	4.0	6.2	2.5	70.9	64.2	6.5	19.4	5.3
E4-2	30	EEA 404	6819	72	126	107	1.4	6.5	1.3	72.0	64.8	7.0	18.0	6.5
		Medias	9273		85	102	3.0	5.6	1.9	71.4	64.0	5.1	19.5	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.

C. Cultivares E3, zafra 2012/13. En estos 5 ensayos, sembrados 9 días más tarde que los anteriores, el rendimiento promedio de INIA Tacuarí alcanzó a 9,4 t/ha, y el de Parao fue 19% superior. Un grupo de 17 líneas alcanzó rendimientos hasta 6% superiores a Parao en la zafra, mientras que 2 lo superaron de 10 a 20%, alcanzando una de ellas 13 t/ha (Figura 2).

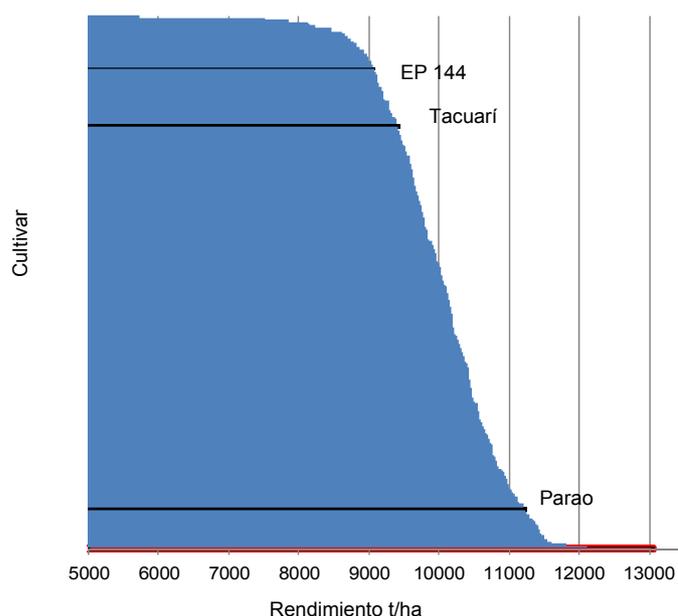


Figura 2. Rendimiento de las líneas E3 en los ensayos E3-1 a E3-5 en 2012-13 y promedio de las variedades testigo en dichos ensayos.

3. CONCLUSIONES

En el grupo de cultivares E5, algunas líneas mostraron un nivel de productividad 5 a 7% superior a Parao, en 5 años, con buena calidad. En base a la información previa y de 2012-13, algunas de las líneas E3 ofrecen perspectivas de lograr progresos significativos respecto a la productividad de Parao, así como en resistencia a *Pyricularia* en panoja.

EVALUACIÓN DE CULTIVARES *INDICA*

F. Pérez de Vida¹

PALABRAS CLAVE: Rendimiento, adaptación, germoplasma elite.

1. INTRODUCCIÓN

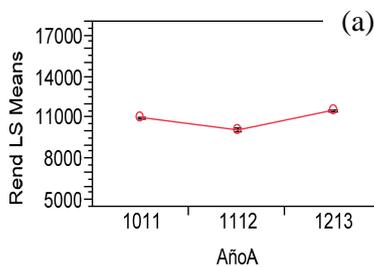
La evaluación de líneas experimentales (LEs) por parte del Programa de Mejoramiento Genético de Arroz (PMGA) de INIA se realiza en la Unidad Experimental de Paso de la Laguna en los primeros años de avance del material (generaciones F7, F8 y F9). Este se conduce mediante ensayos de campo con 2 o 3 repeticiones durante al menos 3 años (estadios 1, 2, y 3). En este trabajo se reporta un análisis de la evaluación de un grupo de 360 LE durante las zafras 2010-11 a 2012-13.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos comprendidos en este estudio se realizaron en las zafras 2010-2011 a 2012-2013 en la Unidad Experimental Paso de la Laguna, (UEPL, Treinta y Tres). El conjunto del material se evaluó en 12 experimentos en cada año. En 2010-2011 (estadio 1) se realizaron con 2 repeticiones y en los siguientes años (estadios 2 y 3) con 3 repeticiones. El diseño experimental es de bloques completos al azar. En cada ensayo se incluyeron 30 LEs además de El Paso 144 e INIA Olimar como testigos comunes. En total, 107 cultivares son de origen FLAR, introducidos como poblaciones segregantes desde 2004-2005 y seleccionados localmente; mientras que 254 se originan en poblaciones locales (origen INIA). Las fechas de siembra fueron: 20-26 de octubre de 2010, 3-4 de noviembre en 2011 y 18-19 de octubre en 2012. (Pérez de Vida, 2011, 2012, por más detalles de manejo de los ensayos). En 2012-2013 se realizaron fertilizaciones basal y en coberturas (macollaje e inicios de primordio) completando 74 kg/ha de N, 72 kg/ha de P₂O₅ y 13 kg/ha de KO₂. El tamaño de las unidades experimentales fue de 4.2 m² y se estimó rendimiento en un área de 2.4 m². Se registró fecha de 50% de floración y altura de la canopia en ese estadio. No se utilizaron fungicidas, evaluándose la incidencia de enfermedades en tallos (*Sclerotium* y *Rhizoctonia* sp). La evaluación de reacción a *Pyricularia* se realizó en camas de infección (S. Martínez).

3. RESULTADOS

Rendimiento.



Zafra	Rendimiento (t/ha)
1213	11.54
1011	11.02
1112	10.14

Levels not connected by same letter are significantly different.

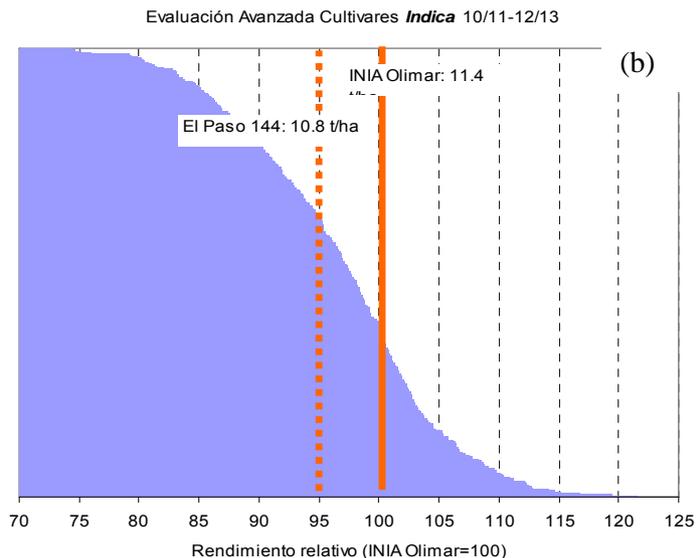


Figura 1. Rendimiento (t/ha) según: a) zafra de evaluación b) Promedios de Líneas Experimentales, en valores relativos a INIA Olimar =100 (11.4 t/ha) en tres años de evaluación en Paso de la Laguna. 2010-2011_ 2012-2013.

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

El rendimiento del material de origen INIA (11.3 t/ha) superó al de FLAR (10.8 t/ha), sin embargo este último presentó mayor resistencia a *Pyricularia* y blanco total (69.5% vs 69.0%). Los cultivares INIA presentaron mayor porcentaje de grano entero (61.5% vs 59.4%, **) y menor de granos yesado (3.3% vs 3.7%, **), lo que redundó en un mayor rendimiento "Sano, Seco y Limpio" (11.3 t/ha vs 10.7 t/ha, **)

El rendimiento varió significativamente entre ensayos evaluados a través de la performance de los testigos comunes, por lo cual para el análisis conjunto se corrigieron los datos de cada experimento en función del comportamiento relativo de los testigos al promedio general (datos no mostrados). De esta manera, se obtiene un ranking de cultivares (medias ajustadas por "mínimos cuadrados") en el cual los testigos ocupan las posiciones 143 (INIA Olimar) y 222 (El Paso 144). Se destaca un grupo de muy alto potencial que supera en 11 a 22% el rendimiento SSL de INIA Olimar (Cuadro 1) en el promedio de los 3 años.

Cuadro 1. Ubicación en ranking de análisis conjunto por rendimiento "Sano, Seco y Limpio" promedio de 3 años de evaluación en UEPL (2010-11 a 2012-13) en cultivares susceptibles a *Pyricularia* (HS Pyri), cultivares resistentes a altamente resistentes (R/HR) y testigos El Paso 144 e INIA Olimar.

Cultivares HS a Pyri					Cultivares R/ HR a Pyri				
Ranking	Cultivar	Rendim (t/ha)	vr	Pyri	Ranking	Cultivar	Rendim (t/ha)	Vr	Pyri
1	SLI-09-003	13.83	122	6	33	SLI-09-190	12.42	109	1
2	SLF-10-421	13.80	121	8	36	SLI-09-045	12.40	109	0
3	SLI-09-165	13.56	119	7	49	SLI-09-051	12.14	107	4
4	SLI-09-164	13.55	119	8	53	SLI-09-193	12.06	106	1
5	SLF-10-423	13.41	118	8	54	SLI-09-186	12.06	106	2
6	SLI-09-167	13.14	116	8	55	SLI-09-187	12.05	106	3
7	SLI-09-161	13.13	116	7	63	SLI-10-032	11.96	105	0
8	SLF-10-422	13.11	115	8	64	SLI-09-171	11.96	105	0
9	SLF-10-424	13.01	114	8	73	SLI-09-181	11.87	104	0
10	SLI-09-060	12.98	114	9	75	SLI-09-197	11.86	104	2
11	SLI-09-059	12.98	114	8	82	SLI-09-006	11.79	104	5
12	SLF-10-426	12.94	114	7	85	SLF-10-090	11.75	103	1
13	SLI-09-184	12.93	114	7	106	SLI-09-170	11.59	102	2
14	SLF-10-419	12.92	114	8	113	SLI-10-052	11.57	102	4
15	SLF-10-408	12.87	113	8	121	SLI-10-058	11.51	101	3
16	SLI-09-169	12.85	113	7	123	SLI-09-043	11.50	101	4
17	SLF-10-407	12.82	113	8	139	SLI-09-185	11.37	100	3
18	SLF-10-420	12.80	113	8	140	SLI-09-195	11.37	100	1
19	SLF-10-412	12.77	112	8	143	INIA Olimar	11.33	100	8
20	SLI-09-166	12.76	112	7	155	SLI-09-230	11.27	99	0
21	SLF-10-409	12.69	112	8	158	SLI-09-127	11.27	99	4
22	SLI-09-034	12.68	112	8	163	SLI-09-188	11.25	99	2
23	SLF-10-428	12.68	112	8	175	SLI-09-189	11.15	98	0
24	SLF-10-417	12.68	112	8	176	SLF-09-397	11.15	98	0
25	SLI-09-168	12.63	111	8	182	SLI-10-590	11.11	98	3
26	SLI-09-057	12.60	111	8	184	SLI-10-045	11.10	98	4
					185	SLI-10-023	11.10	98	1
143	INIA Olimar	11.33	100	8	186	SLI-09-225	11.09	98	0
222	El Paso 144	10.82	95	8	187	SLI-10-034	11.08	98	0
					188	SLI-09-102	11.08	98	3
					194	SLF-09-379	11.05	97	1
					199	SLI-10-002	11.03	97	4
					201	SLI-09-196	11.00	97	2
					204	SLI-10-020	10.96	96	0
					208	SLF-10-082	10.93	96	2
					216	SLI-09-005	10.85	95	4
					222	El Paso 144	10.82	95	8

En cuadro 2 se reportan algunas características agronómicas (incluyendo calidad molinera) del grupo de cultivares con resistencia a *Pyricularia* y potencial destacado. Los ciclos de vida de estos materiales abarcan todo el periodo entre los ciclos de los testigos, presentándose en algún caso cultivares más extremos por precocidad (SLI-09193, SLI09043) o mayor duración (SLF-10090).

Cuadro 2. Caracterización de cultivares de alto potencial y resistencia a *Pyricularia* y testigos El Paso 144 e INIA Olimar. 1=Rendimiento "Sano, Seco y Limpio"; 2= días a 50% de floración; 3= relación largo/ancho de granos pulidos; 4= altura de planta a la base de la panícula; 5= largo de hoja bandera; 6 altura total de la canopia; escala estándar de reacción a enfermedades (IRRI).

Cultivar	SSL ¹ (t/ha)	Flor ² (días)	BI Tot (%)	Entero (%)	Yesado (%)	L/A ³	hip1 ⁴ (cm)	hb ⁵ (cm)	altura ⁶ (cm)	Scl	Rhiz	Pyri
SLI-09-190	12.43	98	68.7	64.1	3.4	3.02	70.9	20.8	92.7	4.35	1.45	1
SLI-09-045	12.40	97	68.3	61.2	1.6	3.13	65.9	26.7	92.6	3.69	0.95	0
SLI-09-051	12.14	96	68.4	61.1	2.4	3.15	66.1	26.9	93.0	3.44	0.78	4
SLI-09-193	12.07	94	69.2	61.9	3.7	3.08	72.6	26.2	98.9	6.02	1.78	1
SLI-09-186	12.07	104	70.0	63.3	2.3	3.03	65.6	27.2	92.9	5.52	1.95	2
SLI-09-187	12.05	96	68.7	60.1	2.4	3.15	66.4	25.5	91.9	4.35	1.45	3
SLI-10-032	11.97	99	69.3	61.0	6.3	2.98	67.1	27.1	94.2	4.85	0.28	0
SLI-09-171	11.96	104	69.4	61.0	1.1	3.27	72.5	24.5	97.0	3.69	0.78	0
SLI-09-181	11.87	103	69.8	63.2	1.3	3.21	70.6	24.0	94.6	4.02	2.45	0
SLI-09-197	11.86	106	69.9	61.8	5.9	3.13	70.9	27.5	98.4	5.02	0.45	2
SLF-10-090	11.76	112	70.5	62.4	1.5	3.07	71.5	30.4	101.9	3.69	0.05	1
SLI-09-043	11.50	95	69.5	64.5	4.6	2.95	67.8	27.2	95.0	3.85	0.28	4
SLI-09-185	11.38	105	68.7	63.5	3.3	3.06	76.1	22.7	98.8	3.02	1.11	3
SLI-09-195	11.37	103	69.7	61.9	5.4	3.16	72.3	26.1	98.4	4.35	0.78	1
INIA Olimar	11.33	97	68.8	60.1	4.3	3.12	65.3	24.5	88.6	4.40	1.23	8
El Paso 144	10.82	102	69.4	60.4	6.8	2.89	68.6	25.6	93.7	4.97	1.18	8

4. CONCLUSIONES

El potencial productivo de LEs *Indicas* evaluadas durante tres zafas ha resultado superior a los testigos comerciales de amplia extensión, en años de alta productividad (10.1 a 11.5 t/ha promedio en estos experimentos). La mayor productividad (10-22%) la presentan cultivares susceptibles a brusone, sin embargo algunas LEs presentan alto potencial y resistencia al patógeno (por ej SLI-09045 y SLI-09195) con calidad molinera adecuada a los estándares comerciales y ciclos de vida ajustados a las condiciones locales.

5. BIBLIOGRAFÍA

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 *Indica*. Actividades de Difusión 651. INIA Treinta y Tres.

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

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.

En la zafra 2012-13 se evaluaron 183 líneas experimentales CL del programa, de las cuales 16 se encontraban en evaluación avanzada, 76 en evaluación intermedia y 91 en evaluación preliminar. La totalidad de las líneas en evaluación intermedia y preliminar son de calidad americana, provenientes de cruzamientos entre la variedad introducida CL161 y cultivares locales de este tipo de grano. En general, estas líneas de calidad americana en evaluación preliminar e intermedia presentan un tipo de planta más erecto que las que se encuentran actualmente en evaluación avanzada. En esta sección se presenta la información de los cultivares Clearfield que se encuentran en etapa avanzada del proceso de mejoramiento (E5), incluyendo los resultados de la zafra 2012-13 y el resumen de la información disponible desde el ingreso de los cultivares a evaluación, contándose con 5 años de información. Estos materiales se agruparon en el ensayo E5-1CL, conformado con las 13 líneas que han resultado seleccionadas a partir del grupo de 429 que ingresaron en evaluación preliminar en la zafra 2008-09, junto a otros 3 cultivares CL locales. De las 13 líneas experimentales E5, 10 son de tipo *Indica*, provenientes de cruzamientos del material introducido con INIA Olimar, y 3 son de tipo *japónica tropical* (calidad americana), proviniendo de cruzamientos con INIA Tacuarí.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo E5-1CL fue localizado en Paso de la Laguna, Treinta y Tres (TyT), y en Paso Farías, Artigas, realizándose la siembra el 5/11, en ambos casos. 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 Inov CL (50 kg/ha). Se incluyeron 13 líneas experimentales junto a las variedades Puitá INTA CL, CFX18, utilizadas como testigo, así como al híbrido Inov CL (RiceTec) y a Gurí INTA CL. También se incluyeron como testigos a las líneas experimentales CL más avanzadas del programa, CL212, CL244 y CL243, de las cuales las dos primeras se encuentran en validación.

En TyT, la fertilización basal fue realizada al voleo e incorporada con disquera (12,6 kg/ha de N, 72 kg/ha de P₂O₅ y 12,6 kg/ha de K₂O). Los ensayos recibieron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 32,2 y 27,6 kg/ha de N, respectivamente. El control de malezas fue realizado con una aplicación de Kifix + Plurafac, a razón de 0,21 kg/ha + 0,2 l/ha. En Artigas, la fertilización basal fue realizada con 25 kg/ha de N y 33 kg/ha de P₂O₅, aplicándose posteriormente dos coberturas de urea de 23 kg/ha de N cada una. El diseño fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones. En los cuadros se incluye información de los análisis de varianza, indicándose si existieron diferencias significativas para cultivares o repeticiones, a través del nivel de probabilidad (diferencias significativas: 0,05 > P > 0,01; muy significativas: P < 0,01). También se incluyen el Coeficiente de Variación (CV%) y la Mínima Diferencia Significativa (MDS P < 0,05). Los signos de "+" y "-" indican diferencias significativas de cada cultivar con el testigo Puitá INTA CL, en la respectiva columna de medias. Se evaluó rendimiento, calidad industrial, características agronómicas e incidencia de enfermedades al final del ciclo. Esta última evaluación, al igual que la de *Pyricularia*, se realiza por el Sistema de Evaluación Estándar, con escala de 0 a 9, donde 0-3 = Resistente y 9 = Muy Susceptible.

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

La evaluación de resistencia a *Pyricularia* se realizó en vivero con inoculación artificial con una mezcla de aislamientos del patógeno, evaluándose la resistencia en hoja.

Los ensayos preliminares (E1) e intermedios (E2) fueron localizados solamente en T. y T. Se utilizaron sólo dos repeticiones y el tamaño de parcela, manejo de la fertilización, control de malezas y determinaciones fueron similares a los mencionados previamente, excepto que la evaluación de resistencia a *Pyricularia* fue realizada sólo en los cultivares E2.

3. RESULTADOS

A. Zafra 2012/13. En el ensayo localizado en T. y T., el rendimiento promedio fue de 8,14 t/ha. Un grupo de 8 cultivares superó significativamente el rendimiento de Puitá INTA CL (7,3 t/ha), encabezados por la línea experimental de calidad americana CL690 (10,2 t/ha). En este grupo de mayor rendimiento se encuentran los cultivares avanzados de tipo *Indica* CL212 y CL244, Gurí INTA CL e Inov CL, así como otras líneas experimentales *Indica* (CL372) y de calidad americana (CL707 y CL668) (Cuadro 1). En la pasada zafra, las líneas de calidad americana mostraron rendimientos inusualmente altos, manteniendo buena a moderada resistencia a Brusone y altos porcentajes de rendimiento industrial, aunque su yesado fue alto en esta localización. Por el contrario, el rendimiento de Inov CL fue menor a lo habitual.

En el ensayo localizado en Artigas, el rendimiento promedio fue inferior (7,6 t/ha), registrándose algunos problemas de implantación. En estas condiciones, los cultivares de calidad americana, de menor macollaje, tuvieron rendimientos significativamente inferiores al de Puitá INTA CL (8,9 t/ha), que mejoró su comportamiento respecto a T. y T. En Artigas, los máximos rendimientos fueron alcanzados por la línea *Indica* CL394 y por Inov CL (9,6 – 9,5 t/ha). Los cultivares CL212, CL244 y Gurí INTA CL mostraron similares rendimientos que Puitá INTA CL.

Cuadro 1. Evaluación Avanzada, E5-1CL, 2012/13. Rendimiento y calidad molinera en Treinta y Tres (TyT) y Artigas (Art.). Características agronómicas y calidad culinaria en TyT.

N°	Cultivar	Rend kg/ha		Flor. Días	Altura cm	Sclerot. (1)	Pyri (1)	B. Total %		Entero %		Yesado %		Alcali %	Amilo. %
		TyT	Art					TyT	Art	TyT	Art	TyT	Art		
15	CL 690	10179 +	6533 -	91 -	71 -	4.3 -	3.5	71.9 +	71.0 +	65.3	64.8	14.6 +	6.9 +	5.2	18.4
16	CL 707	10097 +	6562 -	91 -	71 -	4.3 -	2.5	70.8 +	69.7 +	65.2	66.4	10.4 +	4.1	5.1	22.2
1	CL 372	9850 +	7593	91 -	82	6.3	7.0	69.9 +	68.8	58.4 -	61.0 -	2.3	3.5	5.1	17.0
19	Gurí INTA CL	9339 +	8586	93 -	83	5.7	7.0	69.9 +	67.7	64.7	62.2 -	2.5 +	3.4	7.0	21.1
11	CL 212	9031 +	8881	91 -	85	6.0	3.0	68.0 -	67.4 -	61.4	63.1 -	5.0 +	5.7 +	7.0	22.7
14	CL 668	8964 +	5110 -	92 -	74 -	5.0	3.5	72.4 +	70.6 +	68.2	66.1	9.6 +	4.1	5.5	20.4
20	Inov CL	8825 +	9504	91 -	84	5.3	4.5	70.5 +	69.5 +	60.3	64.0	5.5 +	3.9	7.0	17.5
13	CL 244	8633 +	8667	91 -	76 -	7.0 +	7.0	67.8 -	67.3 -	63.3	63.2 -	2.5 +	2.5	7.0	24.7
12	CL 243	8383	9016	92 -	80	5.7	8.0	67.9 -	67.4 -	61.6	64.2	1.8	2.4	7.0	25.5
3	CL 334	8318	7667	92 -	75 -	6.0	8.0	68.5	67.9	64.4	64.2	1.9	2.8	7.0	21.6
5	CL 394	7979	9594	93 -	83	5.0	5.0	71.1 +	69.6 +	66.1	65.3	3.0 +	2.8	6.0	22.0
10	CL 607	7893	7272 -	91 -	82	5.3	7.0	67.6 -	67.4 -	62.3	63.1 -	1.5	2.0	7.0	21.5
6	CL 410	7570	8353	92 -	92 +	5.0	5.0	69.7 +	68.0	59.9	62.3 -	5.7 +	2.3	6.0	23.9
18	Puitá INTA CL	7278	8928	96	85	5.7	4.5	68.8	68.2	63.5	65.6	1.0	2.7	7.0	22.8
17	CFX18	7176	5403 -	93 -	78 -	5.0	2.0	72.7 +	70.7 +	69.8 +	67.4	4.1 +	3.7	5.8	23.8
4	CL 417	6652	6980 -	101 +	92 +	5.3	5.0	70.9 +	68.6	62.6	61.4 -	2.4 +	6.9 +	6.0	22.8
7	CL 472	6490	7074 -	92 -	76 -	6.0	6.0	69.0	69.2 +	64.2	64.7	2.3	4.9	5.7	17.4
8	CL 567	6279	8338	92 -	79	5.7	6.0	68.4	68.5	64.8	65.5	0.6	1.9	7.0	22.3
2	CL 361	5783 -	6128 -	92 -	84	6.3	7.0	68.9	67.6	61.4	59.0 -	2.4 +	4.6	5.3	15.8
	Media	8143	7607	92	81	5.5	5.2	69.7	68.7	63.5	63.8	4.2	3.7	6.2	21.2
	P Bloque	0.972	0.004	0.326	0.800	0.159		0.000	0.258	0.029	0.141	0.042	0.190		
	P Cultivar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001		
	CV%	9.8	12.8	1.3	4.9	11.9		0.6	0.6	4.4	2.1	19.2	38.7		
	MDS 0.05	1322	1606	2.0	6.5	1.1		0.7	0.6	4.7	2.3	1.3	2.4		

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

La casi totalidad de los materiales mostraron ciclos más cortos que el de Puitá INTA CL. Respecto a enfermedades del tallo, los cultivares de mayor rendimiento en TyT tuvieron incidencia de *Sclerotium* significativamente menor que el testigo. CL212 mostró adecuada resistencia a *Pyricularia*, al igual que las líneas de calidad americana. Ambos ensayos mostraron buen porcentaje de grano entero, promediando 63,7%. Si bien el % de yesado promedio de ambos ensayos fue bajo, los cultivares de calidad americana mostraron problemas en T.y T. Algunos cultivares de alto rendimiento en TyT, como Gurí INTA CL y CL244, a pesar de que mostraron % de yesado bajos (2,5%), estos fueron significativamente mayores que el del testigo, que tuvo una incidencia de sólo 1% (Cuadro 1).

B. Comportamiento en las últimas zafras. En el cuadro 2 se incluye la información promedio de los cultivares E5 en cinco años de evaluación en T.y T. y dos en Artigas, excluyéndose en este caso a los cultivares más avanzados (CL212, CL243, CL244), así como a Inov CL y Gurí INTA CL, ya que los mismos sólo fueron incluidos como testigos en los últimos años de la serie. Las líneas E5 de mayor rendimiento promedio en los cinco años de evaluación en T. y T. fueron CL372 y CL394 (Indica), CL707 y CL690 (calidad americana), cuyos rendimientos promedio superaron al de Puitá INTA CL entre 10 y 17%. En Artigas, sin embargo, sólo CL394 fue destacada, mostrando también excelente rendimiento industrial, aunque no aporta resistencia a Brusone.

Cuadro 2. Evaluación Avanzada, E5-1CL. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas en Treinta y Tres (TyT) (5 años), y rendimiento y calidad industrial en Artigas (Art) (2 años). Se excluyen CL212, CL243, CL244, Inov CL y Gurí INTA CL, por no contarse con información para toda la serie.

N° Cultivar	Rendimiento				Altura cm	CFlor. días	Rhiz. (1)	Scler. (1)	Pyri. (1)	B. Tot.		Entero		Yesa.	
	kg/ha	%Puitá	kg/ha	%Puitá						%		%		%	
	TyT (5 años)	Art. (2 años)	TyT	Art						TyT	Art	TyT	Art		
1 CL 372	9762	117	8331	95	81	96	1.9	5.8	5.9	70.2	69.7	58.8	61.3	3.0	2.5
16 CL 707	9401	113	6240	71	79	95	1.1	4.7	2.4	71.6	70.4	64.5	62.1	5.0	4.8
5 CL 394	9329	112	9657	110	84	100	1.7	5.0	6.8	71.4	70.3	64.5	64.5	4.8	6.4
15 CL 690	9208	111	6844	78	75	96	2.1	4.6	3.8	72.9	71.5	66.1	57.2	7.6	8.0
14 CL 668	8940	108	5216	59	77	98	2.7	5.5	1.1	72.9	71.4	68.4	63.5	6.0	4.6
4 CL 417	8933	107	7237	82	96	104	1.1	4.8	6.6	71.4	69.2	61.5	57.4	2.5	4.9
3 CL 334	8854	106	8166	93	81	99	1.7	5.7	7.6	69.5	68.3	64.1	61.6	3.1	3.7
8 CL 567	8834	106	8117	92	79	97	1.2	4.7	6.1	69.6	69.0	64.9	62.2	2.0	3.3
10 CL 607	8809	106	6989	80	90	95	1.2	4.8	6.9	68.4	67.5	62.3	62.1	2.7	1.5
6 CL 410	8668	104	8133	93	89	96	1.4	4.8	6.6	70.1	68.6	60.7	59.8	3.4	1.8
7 CL 472	8512	102	7499	85	84	95	1.6	5.7	6.6	70.2	69.6	63.6	60.0	5.1	6.7
2 CL 361	8328	100	7134	81	86	95	2.1	5.7	6.8	70.3	68.6	61.9	60.0	3.6	3.4
18 Puitá INTA CL	8316	100	8782	100	84	100	1.2	5.6	4.8	69.7	68.7	64.5	63.6	1.4	1.8
17 CFX18	7472	90	5468	62	79	100	1.9	5.8	1.3	73.3	71.3	68.9	62.9	4.4	4.6
Media	8812		7415		83	98	1.6	5.2	5.2	70.8	69.6	63.9	61.3	3.9	4.1

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

3. CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas registradas en la zafra determinaron un buen comportamiento de las líneas de calidad americana en T. y T., y limitaron el rendimiento de algunos cultivares *Indica*, como el del híbrido Inov CL. En estas condiciones, CL212 mostró un rendimiento 5% mayor al de CL244 en 2012-13 (TyT). Considerando toda la información disponible, la línea CL394 muestra buen potencial de rendimiento en ambas localidades, con buena calidad molinera, presentándose como una alternativa interesante para la zona Norte, donde no se registra presión de *Pyricularia*.

4. BIBLIOGRAFÍA

BLANCO, P.; MOLINA, F; CARRACELAS, G.; MARTÍNEZ, S.; SILVERA, W. 2012. Evaluación de cultivares Clearfield. In: Arroz, Resultados Experimentales 2011-12, INIA Treinta y Tres. p. 6:35-40. (Serie Actividades de Difusión 686).

WENEFRIDA, I.; UTOMO, H.; MECHE, M.; NASH, J. 2007. Inheritance of herbicide resistance in two germplasm lines of Clearfield rice (*Oryza sativa* L.). Can. J. Plant Sci. 87:659-669.

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.

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DEL CONSORCIO HIAAL

P. Blanco¹, F. Molina², F. Pérez³, G. Carracelas⁴, W. Silvera⁵

PALABRAS CLAVE: Arroz, mejoramiento genético

1. INTRODUCCIÓN

El área de siembra de híbridos de arroz ha alcanzado aproximadamente 50% de la superficie cultivada en países como China y EEUU, citándose que la ventaja de rendimiento de los mejores híbridos sobre las variedades alcanza a 15-20%, ofreciendo también una plataforma para la incorporación de genes de valor. La tecnología también está avanzando en otros países asiáticos, impulsada por numerosas empresas locales e internacionales. En EEUU y en nuestra región, donde el desarrollo de híbridos es liderado por RiceTec, diversas instituciones públicas han comenzado programas individuales o cooperativos de desarrollo de híbridos. INIA ha realizado acuerdos de investigación con RiceTec, suministrando a la empresa germoplasma INIA para su evaluación en combinaciones híbridas, a través de los cuales se ha desarrollado el híbrido más exitoso en la región e híbridos experimentales que se encuentran en evaluación. Sin perjuicio de continuar esta exitosa asociación, 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 de numerosos países de la región. A través de sus actividades, se prevé la recepción de viveros de híbridos experimentales, de semilla de híbridos elite, de semilla de parentales para producción local de semilla híbrida y el suministro de cultivares locales para ser evaluados como progenitores.

En la zafra 2012-13 se recibió semilla de tres híbridos elite, un vivero integrado por 64 híbridos experimentales (VIOHIAL) y un ensayo para evaluar nuevos test crosses. Los híbridos elite fueron evaluados en tres ensayos regionales, con parcelas grandes, en dos ensayos parcelarios localizados en los campos experimentales de Treinta y Tres y Artigas, y fueron también incluidos en los ensayos internos de evaluación final. El VIOHIAL y test crosses fueron sembrados solamente en T. y Tres. En el presente resumen se incluye información sobre la evaluación de híbridos elite.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos de híbridos elite incluyeron a tres materiales de HIAAL (CT23020H, CT23034H, CT23057H), y como testigo al híbrido comercial Inov CL (RiceTec) y a las variedades El Paso 144 e INIA Olimar, agregándose en algunas localidades a Parao e INIA Tacuarí. Se instalaron tres ensayos regionales con parcelas grandes (4,6 x 16,5 m) y tres repeticiones, localizados en 18 de Julio (Rocha), Rincón (T. y Tres) y Río Branco (Cerro Largo), sembrados el 5/10, 15/10 y 21/10/2012, respectivamente. Otros dos ensayos con parcelas pequeñas (1,2 x 3,5 m) y tres repeticiones fueron localizados en los campos experimentales de Paso de la Laguna (T. y Tres) y Paso Farías (Artigas), sembrados el 27/10 y 5/11, respectivamente. La densidad de siembra fue de 50 kg/ha para los híbridos y 160 kg/ha para las variedades. Los ensayos regionales recibieron el manejo del productor, desde el punto de vista de control de malezas, riego, cobertura de N y fungicida. En el Cuadro 1 se resume la fertilización realizada. A diferencia de los ensayos regionales, en los ensayos localizados en los campos experimentales no se aplicó fungicida.

El diseño fue de bloques completos al azar. En los cuadros se incluye información de los análisis de varianza, indicándose si existieron diferencias significativas para cultivares o repeticiones, a través del nivel de probabilidad (diferencias significativas: $0,05 > P > 0,01$; muy significativas: $P < 0,01$). También se incluyen el Coeficiente de Variación (CV%) y la Mínima Diferencia Significativa (MDS $P < 0,05$). Los signos de "+" y "-" indican diferencias significativas de cada cultivar con el testigo El Paso 144, en la respectiva columna de medias. Se evaluó rendimiento y sus componentes, calidad industrial y características agronómicas. El ensayo localizado en Río Branco tuvo problemas de control de malezas y riego, y en Paso Farías se registraron problemas de implantación en algunas variedades, por lo que no se presentan sus resultados.

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

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

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

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

⁵ Asistente de Investigación, INIA, Programa Arroz

Cuadro 1. Fertilización basal y nitrogenada en ensayos de híbridos elite, 2012-13.

Ensayo	Basal	Macollaje	Primordio
18 de julio	19 kg/ha de N + 64 kg/ha de P ₂ O ₅ + 13 kg/ha K ₂ O	46 kg/ha de N en gral. + 23 kg/ha de N en híbridos	28 kg/ha de N
Rincón	19 kg/ha de N + 64 kg/ha de P ₂ O ₅ + 73 kg/ha K ₂ O	46 kg/ha de N en gral. + 23 kg/ha de N en híbridos	28 kg/ha de N
Paso de la Laguna	20 kg/ha de N + 68 kg/ha de P ₂ O ₅ + 14 kg/ha de K ₂ O	46 kg/ha de N en gral.	23 kg/ha de N

3. RESULTADOS

A. 18 de julio. Este ensayo alcanzó el mayor rendimiento promedio, con 11,5 t/ha, no registrándose diferencias significativas entre cultivares. No pudo cosecharse el híbrido CT23057H, debido a su ciclo muy largo y al ingreso de ganado al potrero. El máximo rendimiento fue alcanzado por Parao, con 11,9 t/ha. CT23034H tuvo menor % de blanco total y entero y mayor yesado que El Paso 144, pero en el caso de este último defecto, los valores fueron similares a los de INIA Tacuarí y Parao. Si bien los híbridos tuvieron una menor densidad de plantas en el establecimiento (85 a 107 plantas/m²), en madurez no existieron diferencias en la población de panojas. Los híbridos CT23020H y CT23034H tuvieron mayor esterilidad, lo que puede estar indicando una mayor susceptibilidad a bajas temperaturas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Evaluación de híbridos HIAAL, 18 de julio, 2012-13. Rendimiento, calidad molinera y componentes de rendimiento.

N° Cultivar	Rend kg/ha	Altura cm	B. Total %	Entero %	Yesado %	Plantas/m ²	Pan/m ²	Gr tot/pan	Esteril. %	Peso gr mg
7 Parao	11913	75 -	69.2	64.9	6.9 +	238	722	97	11.9	27.1 -
6 INIA Olimar	11555	83	68.5	65.6	0.9 -	176	735	73	22.3	27.5 -
8 INIA Tacuarí	11476	84	70.8	68.3	6.0 +	240	735	107	14.8	21.4 -
2 CT23034H	11440	84	68.3 -	59.7 -	6.7 +	85 -	681	105	26.6 +	25.5 -
5 El Paso 144	11392	85	69.9	67.8	3.7	193	794	89	15.6	30.1
1 CT23020H	11333	90	68.9	63.3 -	2.8	107	711	109	32.8 +	26.7 -
4 Inov CL	11260	82	69.7	64.6	4.8	105	650	99	19.9	27.9 -
Media	11481	84	69.3	64.9	4.5	155	718	97	20.6	26.6
P Bloque	0.299	0.751	0.075	0.721	0.610	0.291	0.364	0.036	0.456	0.656
P Cultivar	0.811	0.030	0.005	0.014	0.001	0.008	0.425	0.026	0.008	0.000
CV%	4.6	5.4	0.9	3.7	27.0	34.0	10.5	11.6	27.2	4.2
MDS 0.05	953	8.0	1.1	4.3	2.2	92.2	-	19.9	10.0	2.0

B. Rincón. Este ensayo también tuvo un alto rendimiento promedio, con 11,1 t/ha, existiendo diferencias significativas entre cultivares. Los híbridos CT23034H e Inov CL mostraron un rendimiento significativamente superior al de El Paso 144 (Cuadro 3). El rendimiento de INIA Olimar fue 8,4% más alto que el de El Paso 144, no alcanzando la diferencia a ser significativa. Los dos híbridos de mayor rendimiento tuvieron buen porcentaje de blanco total, pero su entero fue inferior al de El Paso 144, y su yesado más alto. CT23020H mostró muy buena calidad molinera, pero su rendimiento seguramente estuvo limitado por una alta incidencia de esterilidad, al igual que el de los demás híbridos.

C. Paso de la Laguna. En este ensayo, cuyo rendimiento promedio fue de 9,5 t/ha, INIA Olimar y los híbridos CT23020H, Inov CL y CT23057H tuvieron rendimientos significativamente superiores al de El Paso 144 (Cuadro 4). Sin aplicación de fungicidas, la incidencia de *Sclerotium* fue alta en el Paso 144 y CT23034H, registrándose vuelco en este híbrido. Por el contrario, CT23020H y CT23057H tuvieron baja incidencia de podredumbre del tallo. Al igual que lo observado en los demás ensayos, CT23020H mantuvo buena calidad molinera. Todos los híbridos mostraron esterilidad moderadamente alta, lo cual limitó la expresión de su potencial. CT23020H, al igual que Inov CL, mostró panojas de buen tamaño. CT23057H posee excelente arquitectura de planta y vigor, pero su ciclo es muy tardío, especialmente para la zona Este.

Cuadro 3. Evaluación de híbridos HIAAL, Rincón, 2012-13. Rendimiento, calidad molinera y componentes de rendimiento.

Nº Cultivar	Rend kg/ha	B Total %	Entero %	Yesado %	Plantas/ m2	Pan/ m2	Gr tot/ pan	Esteril. %	Peso gr mg
2 CT23034H	12439 +	70.1 +	56.0 -	9.5 +	160	776	96	29.3 +	25.0 -
4 Inov CL	11783 +	70.2 +	56.1 -	5.0 +	117	642	90	28.9 +	28.9
6 INIA Olimar	11266	68.1 -	63.2	2.7	207 +	716	96	17.7	28.0
1 CT23020H	10872	69.1	63.7	3.1	110 -	756	103	35.0 +	27.1
5 El Paso 144	10392	69.3	65.9	2.7	156	654	96	18.3	27.5
3 CT23057H	9591	68.2 -	56.0 -	7.1 +	113	691	108	39.1 +	25.3 -
Media	11057	69.2	60.2	5.0	144	706	98	28.1	27.0
P Bloque	0.325	0.799	0.910	0.176	0.463	0.331	0.376	0.137	0.764
P Cultivar	0.004	0.000	0.002	0.000	0.004	0.582	0.655	0.003	0.003
CV%	5.8	0.5	4.6	16.5	17.2	14.9	13.7	18.6	3.5
MDS 0.05	1162	0.7	5.0	1.5	45.0	-	-	9.5	1.701

Cuadro 4. Evaluación de híbridos HIAAL, Paso de la Laguna, 2012-13. Rendimiento, características agronómicas, calidad molinera y componentes de rendimiento.

Nº Cultivar	Rend kg/ha	Flor. Dias	Altura cm	Sclerot. (1)	B Total %	Entero %	Yesado %	Pan/ m2	Gr tot/ pan	Esteril. %	Peso gr mg
6 INIA Olimar	10459 +	92 -	84	7.0 -	68.3 -	61.2 +	2.5	778	92	17.7	25.1 -
2 CT23020H	10359 +	93 -	89	5.7 -	70.2	60.0 +	2.8	772	118 +	30.6 +	27.0 +
4 Inov CL	10041 +	92 -	84	7.7	69.7	55.2	6.2	561	121 +	29.1 +	24.5 -
1 CT230057H	9736 +	137 +	89 +	4.3 -	70.3	57.4	8.5 +	822	109	31.3 +	28.6 +
3 CT23034H	9241	94 -	85	8.3	69.8	52.3 -	5.0	611	112	28.9 +	27.1 +
7 Parao	9191	94 -	70 -	5.7 -	70.2	62.8 +	4.7	656	93	11.7 -	28.1 +
5 El Paso 144	8850	100	84	8.7	69.7	56.2	3.9	700	101	20.8	26.3
8 INIA Tacuarí	8191	85 -	80	8.0	69.8	60.2 +	6.3	778	132 +	29.6 +	20.8 -
Media	9509	98	83	6.9	69.8	58.2	5.0	710	110	25.0	25.9
P Bloque	0.509	0.011	0.648	0.670	0.423	0.035	0.954	0.509	0.032	0.326	0.742
P Cultivar	0.001	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.019	0.235	0.000	0.000	0.000
CV%	5.2	0.6	3.5	9.2	0.7	3.4	36.4	18.4	6.3	16.1	1.3
MDS 0.05	863.9	1.1	5.1	1.1	0.9	3.5	3.2	-	12.1	7.0	0.6

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

En las condiciones de la evaluación realizada en 2012-2013, los híbridos no mostraron ventajas de rendimiento consistentes sobre las variedades. Considerando el promedio de los tres ensayos, INIA Olimar, CT23034H, Inov CL y CT23020H tuvieron rendimientos similares, 8% superiores al de El Paso 144. Las condiciones de la zafra parecen haber limitado la expresión de un alto potencial de los híbridos en estos ensayos, donde tuvieron porcentajes de esterilidad mayores que los de las variedades Indica. Tomando como referencia el rendimiento de Inov CL, parece conveniente evaluar a los híbridos CT23020H y CT23034H una nueva zafra, para concluir sobre su posible utilización en nuestras condiciones. Cabe mencionar que CT23020H mostró buena calidad molinera a través de todas las localidades.

4. AGRADECIMIENTOS

A los productores/firmas F. Andrade, Labrustar y Casarone, por todo el apoyo brindado para la concreción de estos trabajos y por el aporte de información.

5. BIBLIOGRAFÍA

BUENO, C.; LAFARGE, T. 2009. Higher crop performance of rice hybrids than of elite inbreds in the tropics, Hybrids accumulate more biomass during each phenological phase. *Field Crops Research* 112: 229-237.

SHA, X.; LINSOCOMBE, S.; BLANCHE, S.; GROTH, D. 2010. Yield advantage of hybrid rice over conventional and Clearfield® long-grain rice in the southern United States. Rice Research Station, Louisiana State; University AgCenter, Rayne, LA 70578, U.S.A.

AVANCES DE RESULTADOS DEL PROYECTO MAPEO ASOCIATIVO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MARCADORES ASOCIADOS A RENDIMIENTO, CALIDAD Y RESISTENCIA A ENFERMEDADES

V. Bonnacarrère¹, S. Garaycochea², L. Gutierrez³, J. Rosas⁴, N. Berberian⁵, S. Fernández⁶, S. Martínez⁷, F. Perez⁸, P. Blanco⁹

1. INTRODUCCIÓN

En el marco del nuevo plan estratégico de INIA, en el año 2011 se comenzó a ejecutar el 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” cuyo principal objetivo es identificar marcadores moleculares para contribuir a acelerar los procesos de obtención de variedades. En este proyecto se planteó la identificación de marcadores moleculares del tipo SNP (del inglés, Single Nucleotide Polymorphism) asociados a características del cultivo que son objetivo del programa de mejoramiento. En este proyecto se usó la estrategia de Mapeo Asociativo (MA) para la identificación de éstos marcadores. Esta estrategia requiere la identificación de una población de mapeo adecuada (líneas de arroz), el genotipado de la misma, la determinación de estructura de la población, el fenotipado de las líneas y la búsqueda de asociación entre genotipo y fenotipo.

La población de estudio de este proyecto está constituida por 665 líneas, 330 de la ssp. Japonica y 335 de Indica, en etapas finales de evaluación del programa de mejoramiento. Estas líneas fueron genotipadas usando una técnica de secuenciación de ADN conocida como GBS (del inglés Genotyping By Sequencing). (Elshire et al, 2011). Hasta el presente, este proyecto ha avanzado en el genotipado de las líneas seleccionadas mediante la identificación de SNPs y en el análisis estadístico de las mediciones fenotípicas determinadas por los mejoradores. La calidad de los datos fenotípicos es fundamental para el hallazgo de marcadores asociados, por lo que se ha puesto especial énfasis en el análisis estadístico de los mismos. En este reporte se presentan los resultados del análisis de datos fenotípicos sobre todas las líneas del programa de mejoramiento y no únicamente en los 665 genotipos analizados en el proyecto ya que el objetivo fue ajustar los mejores modelos de análisis a utilizar para cada una de las variables. A continuación se describen los materiales y métodos y los principales resultados obtenidos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Extracción de ADN, genotipado y análisis bioinformático

A partir de plantas individuales de cada una de las líneas de arroz se extrajo ADN de alta calidad utilizando el kit de Qiagen (DNeasy Plant Extraction Kit). Las muestras de ADN fueron enviadas al Instituto para la Diversidad Genómica (Institute for Genomic Diversity) de la Universidad de Cornell en donde fueron genotipadas por GBS. La identificación de SNP fue implementada en Tassel. Los genomas de referencia utilizados fueron *O. sativa ssp japonica* cv Nipponbare y *O. sativa ssp indica* cv 9311

Fenotipado de las líneas seleccionadas

El germoplasma seleccionado fue en las zafras 2011 y 2012 para Rendimiento (Rend); Rendimiento sano, seco y limpio (SSL), % blanco total (BT_porc); % de grano entero (Ent_porc); % yesado total (Yes_porcTot); %de yeso en el grano entero (Yes_porcEnt); % de área yesada del grano (AY_porc); % entero (EntOK); % mancha en grano (Mancha); Largo del grano (Largo); Ancho del grano (Ancho); Largo por ancho del grano (LxA); Blancura total (Blancura total) y blancura vitrea, (Blancura_vitrea). Para el año 2012 se agregaron las siguientes variables: Ciclo vegetativo; altura (H); Alto de Hoja Bandera (HB); Peso (Peso); y parámetros enfermedades del tallo: Scl_Max; Scl_x; Rhiz_max; y Rhiz_x, P.

Análisis estadístico de datos fenotípicos

Para los genotipos Indica los datos fenotípicos del 2011 consistieron en 24 ensayos cada uno con un set de genotipos evaluados en un diseño de bloques completos al azar (BCA) con dos repeticiones. Se

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

² MSc. INIA, Unidad de Biotecnología. sgaraycochea@inia.org.uy

³ PhD Facultad de Agronomía, UdelaR, Departamento de Biometría, Estadística y Cómputos

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

⁵ Est. Facultad de Agronomía, UdelaR. Departamento de Biometría, Estadística y Cómputos

⁶ Lic. INIA, Unidad de Tecnologías de la Información sfernandez@inia.org.uy

⁷ Ing. Agr. INIA, Programa Arroz smartinez@inia.org.uy

⁸ PhD INIA, Programa Arroz fperez@inia.org.uy

⁹ MSc. INIA, Programa de Arroz. pblanco@inia.org.uy

usaron ocho testigos comunes y se evaluaron 1920 líneas. Los datos fenotípicos del 2012 consistieron en 12 ensayos cada uno con un set de genotipos evaluados en un diseño de BCA con tres repeticiones. Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables a estudiar y se mapearon las diferentes variables en el campo para identificar patrones de heterogeneidad espacial.

Para esto se construyeron mapas de rendimiento para cada uno de los testigos así como se utilizaron herramientas geo-estadísticas para obtener la interpolación de valores de rendimiento a partir de los residuos de un modelo de análisis conjunto de los ensayos para los testigos repetidos. Cada una de las variables fue analizada mediante tres modelos que consideraron la heterogeneidad espacial de diferente forma. Indicadores de ajuste de modelos (i.e. AIC, BIC, LRT) fueron utilizados para seleccionar el mejor modelo para cada variable. El primer modelo (M1) analiza cada uno de los ensayos con su diseño experimental por separado: [1] $y_{ij} = \mu + G_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$ donde y_{ij} es la variable de respuesta (cada una de las variables estudiadas), μ es la media general, G_i es el efecto del i -ésimo genotipo (línea), β_j es el efecto del j -ésimo bloque y ϵ_{ij} es el residual del modelo asociado a cada unidad experimental. El segundo modelo (M2) considera todos los ensayos simultáneamente modelándolos como un efecto aleatorio: [2] $y_{ijk} = \mu + G_i + E_j + \beta_{k(j)} + \epsilon_{ijk}$ donde y_{ijk} , μ y ϵ_{ijk} son definidos de igual forma que en [1], E_j es una variable aleatoria asociada a la j -ésimo ensayo ($E_j \sim N(0, \sigma_E^2)$) y $\beta_{k(j)}$ es el efecto del j -ésimo bloque dentro del k -ésimo ensayo. El tercer modelo (M3) considera todos los ensayos simultáneamente a la vez que una corrección espacial por ubicación en el campo (i.e. columna e hilera): [3] $y_{ijklm} = \mu + G_i + E_j + \beta_{k(j)} + C_{l(j)} + H_{m(j)} + \epsilon_{ijklm}$ donde y_{ijklm} , μ , E_j , $\beta_{k(j)}$ y ϵ_{ijklm} son definidos de igual forma que en [1] y [2], $C_{l(j)}$ es una variable aleatoria asociada a la l -ésima columna dentro de ensayo ($C_{l(j)} \sim N(0, \sigma_C^2)$), $H_{m(j)}$ es una variable aleatoria asociada a la m -ésima hilera dentro de ensayo ($H_{m(j)} \sim N(0, \sigma_H^2)$). Para Japonica se utilizaron los datos fenotípicos de los ensayos con líneas avanzadas evaluados durante los años 2010, 2011 y 2012. El diseño para evaluación de los genotipos fue de BCA, con dos o tres repeticiones, en parcelas de 1,2 x 3,5 m con seis hileras. Se evaluaron 1006 líneas en 2010, 1627 líneas en 2011 y 807 en 2012, utilizando cuatro testigos comunes a todos los ensayos. Se compararon los modelos M1, M2 y M3 descriptos respectivamente en las ecuaciones [1], [2] y [3]. Se estimó para cada variable y cada año la heredabilidad en el sentido amplio, o repetitividad, de acuerdo a la siguiente expresión: [4] $H^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2}$

donde H^2 es la repetibilidad, σ_G^2 es la varianza genotípica y σ_P^2 la varianza fenotípica

3. RESULTADOS

Del genotipado por GBS se identificaron un total de de 107.752 SNP con una frecuencia promedio de 0.28 SNP/Kb cuando se utilizó como genoma de referencia el de la subespecie japónica. El conjunto de SNPs identificados contra el genoma de Japonica fue el elegido para continuar con los estudios de asociación por la calidad del genoma de referencia.

En el análisis estadístico de los fenotipos de la población de mapeo de la ssp. Indica se detectó la presencia de heterogeneidad espacial mostrada por el rendimiento diferencial de los testigos en los diferentes ensayos (Figura 1.A) y por el mapa de rendimiento obtenido a partir de la interpolación de los residuales de rendimiento de un modelo de análisis conjunto de los ensayos con los testigos (Figura 1.B).

Debido a la heterogeneidad espacial presente en el campo y a las dimensiones del experimento, en el año 2011 la corrección espacial fue muy importante, siendo el modelo M3 el mejor para la mayoría de las variables (Cuadro 1). En el año 2012, el modelo con corrección espacial fue mejor únicamente en la mitad de las variables. Las variables que se beneficiaron por la corrección espacial no presentan características en común entre sí. Cuando se compara el ranking de las líneas al utilizar diferentes modelos estadístico para estimar las medias; para el caso de la variable rendimiento, de las mejores 15 líneas identificadas con el M3, 12 son recuperadas con M2, pero únicamente 9 son recuperadas como mejores líneas cuando se analizan con M1. Esto indica que la búsqueda de modelos apropiados es muy importante para identificar las mejores líneas y que el análisis por ensayo (M1) no es un buen modelo.

Al igual que para los genotipos Indica, para los Japonica el modelo con mejor ajuste para la mayoría de las variables fue el M3 especialmente para el año 2011, en el que éste modelo fue el mejor para la totalidad de las variables (Cuadro 2). Asimismo, en ese año se observan menores repetibilidad para la mayoría de las variables (Cuadro 5), lo que refuerza la necesidad de corregir por variabilidad espacial para obtener buenos estimadores de las medias fenotípicas. Al igual que en los genotipos Indica,

existe un cambio en el ranking de las líneas al utilizar diferentes modelos estadístico para estimar las media. Para el caso de la variable rendimiento, de las mejores 15 líneas identificadas con M3, 11 son recuperadas con el M2 y 10 son recuperadas como mejores líneas cuando se usa M1.

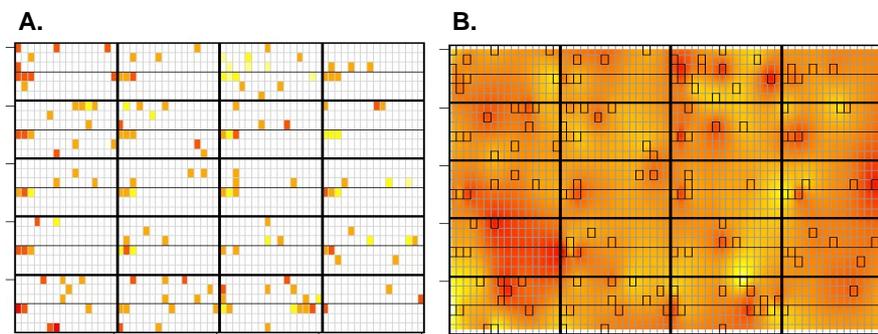


Figura 1. **A.** Rendimiento de los testigos repetidos en el año 2011 para 20 de los 24 ensayos establecidos en el campo. **B.** Mapa de rendimiento obtenido a partir de los ensayos para 20 de los 24 ensayos del año 2011

Cuadro 1. Listado del mejor modelo para cada una de las variables evaluadas en líneas tipo Indica en los años 2011 y 2012

Variable	2011	2012	Variable	2011	2012	Variable	2011	2012
Ancho	M2	M2	H	-	M2	rend	M3	M3
AY	M3	M3	HB	-	M3	Rhizmax	-	M2
BrancTot	M3	M2	Largo	M2	M2	Rhizprom	-	M2
BrancVit	M3	M3	LxA	M2	M2	Scimax	-	M2
BT	M3	M2	Mancha	M3	M2	Sciprom	-	M2
Ent	M3	M3	Peso	-	M3	SSL	M3	M3
EntOK	M3	M3	Pyri	-	M3	YesEnt	M3	M2
						YesTot	M3	M3

Cuadro 2. Mejores modelos para las variables comparadas y repetibilidad de las variables evaluadas en líneas tipo Japonica en los años 2010, 2011 y 2012

Variable	Comparación de modelos			Repetitividad			Variable	Comparación de modelos			Repetitividad		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012		2010	2011	2012	2010	2011	2012
Rend	M3	M3	M3	0,52	0,18	0,39	Ent	M3	M3	M3	0,70	0,51	0,72
H	M2	M3	M3	0,60	0,50	0,49	Yeso	M2	M3	M2	0,21	0,34	0,23
Flor	M3	M3	M3	0,73	0,55	0,11	YRC	M3	M3	M3	0,26	0,49	0,70
SCL	M3	M3	M3	0,40	0,24	0,32	Manch	M2	M3	M3	0,06	0,00	0,35
ROS	M3	M3	M2	0,31	0,08	0,03	MRC	M2	M3	M3	0,07	0,00	0,36
BT	M2	M3	M2	0,54	0,51	0,60							

3. CONCLUSIONES

El avance del proyecto ha sido muy exitoso ya que se ha logrado obtener información genotípica de alta calidad y cantidad para todos los genotipos evaluados y se han ajustado modelos estadísticos para el análisis de los fenotipos que serán utilizados en el mapeo por asociación. Por otro lado es de gran relevancia el hecho de haber establecido un grupo multidisciplinario e interinstitucional ya que la ejecución de este tipo de proyectos requiere masa crítica con experiencia en diversas áreas del conocimiento.

4. BIBLIOGRAFÍA

ELSHIRE, R.; GLAUBITZ, J.; SUN, Q.; POLAND, J.; KAWAMOTO, K.; BUCKLER, E.; MITCHELL, S. 2011. A robust, simple genotyping-by-sequencing (GBS) approach for high diversity species. Plos One v. 6, no.5, e 19379.

ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ

ASPECTOS DE LA ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ EN URUGUAY: V. INCIDENCIA DE FACTORES CLIMÁTICOS EN LA PRODUCTIVIDAD EXPERIMENTAL DE CULTIVARES

F. B. Pérez de Vida¹, I. Macedo²

PALABRAS CLAVE: Cultivares elite, subtipos de arroz

1. INTRODUCCIÓN

En el Este de Uruguay se ha registrado un incremento en la productividad comercial de 128 kg/ha/año en los últimos 15 años, asociado al uso de cultivares de alto rendimiento, prácticas culturales mejoradas y condiciones ambientales favorables, obteniéndose rendimientos entorno a 8 t/ha (Pérez de Vida, 2011). En igual período y bajo un manejo estándar, la productividad de los cultivares comerciales a nivel experimental se ha incrementado en 109 kg/ha/año. El presente trabajo estudia el comportamiento productivo en estas condiciones de las principales variedades en cultivo en el país, en relación a la ocurrencia de factores climáticos con el objetivo de entender la interacción de genotipos y el ambiente. Esto permite la generación de nuevas hipótesis de trabajo en mejoramiento genético así como la orientación en pautas generales de manejo del cultivo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó información de cultivares comerciales del programa de mejoramiento genético (PMGA) de INIA en ensayos de Evaluación Final, en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL). El período de análisis comprende los años 1996-1997 a 2010-2011. Los ensayos se instalan en diferentes épocas de siembra que abarcan todo el período potencial de siembra en nuestras condiciones (octubre a diciembre), con la finalidad de comparar el comportamiento de los cultivares en dichos ambientes contrastantes. La siembra y manejo de estos experimentos del PMGA, ha sido descrito por Pérez de Vida (2010, 2011). La siembra de los experimentos se hace sobre laboreo anticipado en un área que la antecede una pradera de 3er año.

Cuadro N° 1. Resumen de los periodos en los que se estudio la incidencia de las variables climáticas sobre el rendimiento y sus componentes.

Variables dependientes	Período respecto a floración (días)					Parámetros climáticos (media)
	previo		posterior			
	20	10	0	10	20	
Panojas/m ² ; Granos/panoja; %esterilidad; Rendimiento	20 pre					Temp mínima, media y Radiación
Panojas/m ² ; Granos/panoja; %esterilidad; Rendimiento		10 pre				Temp mínima, media y Radiación
% esterilidad; Rendimiento			10 pre + 10 pos			Temp mínima, media y Radiación
% esterilidad; peso de 1000; Rendimiento				10 pos		Temp media y Radiación
% esterilidad; Peso de 1000; Rendimiento					20 pos	Temp media, máxima y Radiación

Cultivares. subtipo *Indica*: El Paso 144 (15*) e INIA Olimar (12*); subtipo *Japónica tropical*: INIA Tacuarí (15*) e INIA Parao (5*) (*= número de años en el estudio). **Determinaciones y registros.** Se determinó fecha de floración, rendimiento y sus componentes: panojas (núm./m²), granos totales/panoja, esterilidad (%) y peso (g) de 1000 granos. **Datos climáticos.** La información climática fue obtenida de la estación agro meteorológica convencional en UEPL. Se recopilaron datos diarios de: temperatura máxima, mínima y media, número de días con temp. mínima inferior a 15°C, radiación (cal/cm²/día) y

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

² Estudiante de Facultad de Agronomía, UdelaR

heliofanía (horas de sol reales), de los meses de octubre a abril inclusive, desde la zafra de 1996-1997 hasta la zafra de 2010-2011. Integración de la información. Se tomó como referencia la fecha de 50% de floración en parcelas individuales, a partir de la cual se determinaron cinco periodos para relacionar la incidencia climática sobre el rendimiento y sus componentes (Cuadro1). Se ajustaron regresiones múltiples con selección de variables mediante stepwise (opción forward).

3. RESULTADOS

RENDIMIENTO. En el período de estudio, el rendimiento experimental del conjunto de cultivares mencionados varió entre 6.3 t/ha (2004-2005) a 9.4 t/ha (2008-2009) (Figura 1a), ajustándose una regresión rendimiento vs zafra con $b=109$ kg/ha/año. Los rendimientos de los cultivares EP144 (8.4 t/ha), INIA Olimar (8.6 t/ha) y Parao (8.7 t/ha) no difieren estadísticamente entre ellos, superando a INIA Tacuarí (7.5 t/ha).

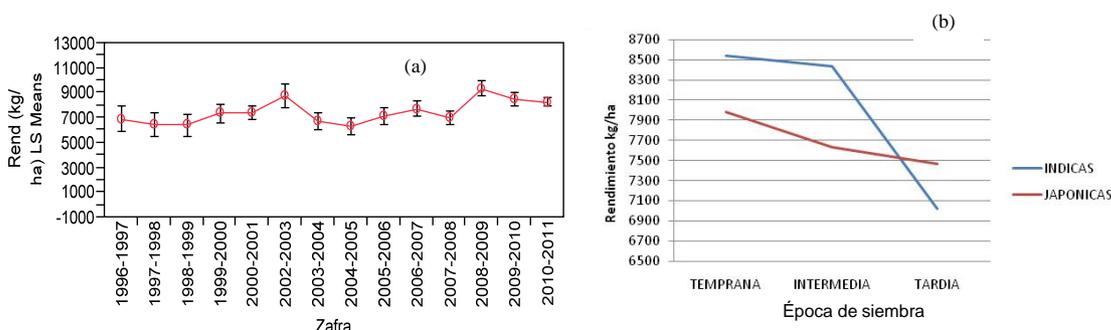


Figura 1. Rendimiento experimental promedio de a) cultivares comerciales según zafras y b) según subtipos en diferentes épocas de siembra en la serie 1996/97 a 2010/11 en UEPL.

La mayor productividad se registró en fechas tempranas e intermedias, en las cuales no se diferencian estadísticamente el subtipo *Indica* y *Japónica* tropical. Así mismo la fecha de siembra resultó una variable significativa solo en el subtipo Indicas (Figura 1b)

INCIDENCIA DE FACTORES CLIMATICOS. En la serie de 15 años analizados, para el conjunto de cultivares y fechas de siembra, la radiación disponible en llenado temprano de granos fue la variable climática con mayor efecto directo ($p=0.413$) en el rendimiento. La ocurrencia de bajas temperaturas ($<15^{\circ}\text{C}$) en torno a floración resultó el segundo determinante de los rendimientos en estos 27 experimentos; de modo similar se destaca la ocurrencia de temperaturas altas en estadio de embuche (Cuadro 2).

Cuadro 2. Coeficientes *path* (p , estándar beta) y de determinación (R^2) de regresiones de rendimiento y parámetros climáticos según estadios en todos los cultivares.

Parámetro	Estadio	p (Std beta)	R^2
Temp Max	20d Pre	0,203**	0.10**
Num $d<15^{\circ}\text{C}$	10dpre+10dPos	-0,278*	0.10**
Radiación	20dPos	0,413**	0.19**

Considerando los diferentes ciclos de vida y crecimiento en *Indicas* y *Japónica* tropical, se realizó un análisis similar, pero incluyendo solo los cultivares de cada subtipo. En siembras tempranas/intermedia, el rendimiento de los genotipos *Indica* fueron afectados solo por las temperaturas altas en embuche; en cambio en siembras tardías la oferta ambiental es limitante a través de bajas temperaturas en floración y niveles de radiación en llenado temprano de granos (Cuadro 3).

El subtipo *Japónica* tropical resulta similar a *Indicas* en fechas de siembra óptimas (Cuadro 4); en siembras tardías la ocurrencia de temperaturas no extremas (mínimas y máximas) durante embuche y llenado inciden de modo positivo en el rendimiento; la variable climática que mayor impacto presenta en la productividad es la radiación en llenado de granos ($p=0.87^{**}$). Esta es relevante durante un periodo de mayor duración asociado al staygreen en estos cultivares.

Cuadro 3. Coeficientes *path* (p , estándar beta) y de determinación (R^2) de regresiones de rendimiento y parámetros climáticos según estadios en cultivares del subtipo **Indica**

Indicas		Época de siembra			
		Temprana/intermedia		Tardía	
Parámetro	Estadio	p (Std beta)	R^2	p (Std beta)	R^2
Temp Max	20d Pre	0.347**	0.11**		
Num d<15°C	10dPre+10dPos			-0.383**	0.19**
Radiación	10dPos			0.582**	0.39**

 Cuadro 4. Coeficientes *path* (p , estándar beta) y de determinación (R^2) de regresiones de rendimiento y parámetros climáticos según estadios en cultivares del subtipo **Japónica**.

Japónica tropical		Época de siembra			
		Temprana/intermedia		Tardía	
Parámetro	Estadio	p (Std beta)	R^2	p (Std beta)	R^2
Temp Max	20d Pre	0.505**	0.26*		
Temp Max	20d Pos			-0.543**	0.12**
Temp Min	10d Pre			0.527**	0.10*
Num d<15°C	10dPos			-0.30**	0.06(P=0.07)
Radiación	20dPos			0.87**	0.334**

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO. El número de panojas/m² fue el componente que explicó el rendimiento en siembras óptimas; por ende el rendimiento se asoció a la ocurrencia de temperaturas no limitantes para el crecimiento en “20d pre” (prefloración). En siembras tardías, el rendimiento varió en función del número de granos totales por panoja, el % de esterilidad y el peso de 1000 granos. Como se aprecia en cuadros 3 y 4, los parámetros climáticos de mayor relevancia en la productividad lo son a través de la definición de los mencionados componentes de rendimiento.

4. CONCLUSIONES

El rendimiento de variedades *Indica* y *Japónica* tropical se asoció positivamente a la ocurrencia de condiciones cálidas en embuche (media 28.7°C) en siembras en fechas óptimas, mientras que en siembras tardías la obtención de mayor productividad se relacionó a la alta disponibilidad de radiación en llenado de granos (manteniendo bajos % de granos chuzos e incrementando el peso de 100 granos) y menor ocurrencia de bajas temperaturas en etapa reproductiva (con bajo impacto en la fertilidad del polen y fecundación de flores).

5. BIBLIOGRAFÍA

PÉREZ DE VIDA, F.B. 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.

PÉREZ DE VIDA, F.B. 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.

PÉREZ DE VIDA, F.B. 2011. Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: III. Potencial biológico en la región Este. Arroz Resultados Experimentales 20010-11. Actividades de Difusión 651. INIA Treinta y Tres.

EFFECTOS DE BAJA RADIACIÓN SOLAR EN CULTIVARES DE ARROZ

F. B. Pérez de Vida¹

PALABRAS CLAVE: Rendimiento, reservas de carbohidratos solubles, radiación.

1. INTRODUCCIÓN

Los niveles de radiación incidente en una región son determinantes de la productividad potencial (Mitchell et al 1998), en particular para el desarrollo de un cultivo estival sin déficit hídrico como el arroz de riego (Deambrosi et al 1997). En las condiciones del Este de Uruguay se cuantificó su importancia como factor limitante de la expresión del rendimiento entre años y fechas de siembra (Pérez de Vida 2010, 2011). En un contexto de radiación histórica moderada (9.1 MJ/m²/d), el cultivar El Paso 144 ha presentado altos rendimientos y estabilidad ocupando aprox. 65% del área de siembra en los últimos 15 años. El presente estudio explora el comportamiento de El Paso 144 e INIA Olimar, principales variedades en cultivo en el país, en relación a la incidencia de niveles reducidos de radiación en su productividad, con el objetivo de identificar mecanismos de crecimiento o fisiológicos que se asocian a diferencias varietales en tolerancia a baja radiación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las zafras 2011-2012 y 2012-2013 con fechas de siembra de 4/11 y 20/10, respectivamente, en la Unidad Experimental Paso de la Laguna, INIA Treinta y Tres. Se realizaron tratamientos de sombreado de la canopia en periodos: prefloración ("embuche", tratamiento (t) 1:10 días y t2: 20 días de duración), pos-floración ("llenado de granos", t3: 10 días y t4: 20 días de duración) y pre+pos-floración (t5: total 20 días de duración) mediante mallas de sombra que proveían un 45% de reducción en la radiación incidente. Estas se colocaron por encima de la canopia a 1 m de altura del suelo. Se mantuvo un tratamiento testigo (t6) que transcurrió la totalidad del ciclo en cielo abierto (CA). Se utilizaron los cultivares comerciales El Paso 144 (EP144) e INIA Olimar (Olimar). El diseño experimental es de bloques completos al azar con 4 repeticiones. El manejo de los experimentos incluyó control químico de malezas, no aplicación de insecticidas ni fungicidas e inundación temprana estableciendo una lámina permanente a los 25-30 días pos emergencia; en 2011/12 se realizó un riego en superficie para homogeneizar la emergencia. Se realizaron fertilizaciones basal y en coberturas (macollaje e inicios de primordio) completando 77 kg/ha de N, 72 kg/ha de P₂O₅ y 13 kg/ha de KO₂. Se incluyeron muestreos destructivos para análisis de crecimiento en primordio, floración y madurez fisiológica, evaluándose desarrollo foliar (IAF), altura, número de tallos, biomasa total y sus componentes (materia seca en hojas, vainas, tallos y panojas). Se determinó contenidos de carbohidratos no estructurales (solubles totales: fructosa, glucosa y sacarosa). Finalmente se estimó rendimiento en un área de 2.4m² y sus componentes. El tamaño de las unidades experimentales fue de 8.4 m².

3. RESULTADOS

Rendimiento. La menor disponibilidad de radiación debido a los tratamientos t1 a t5 afectó la productividad, siendo el tratamiento CA el de mayor rendimiento en los cultivares (EP144: 9.2 t/ha, Olimar 9.9 t/ha) y años. La duración del estrés se relacionó a la pérdida de rendimiento, aunque las diferencias entre 10 y 20 días de sombreado (500-700 kg/ha) fueron no significativas (Figuras 1(a) y 2(a)). En EP144 el estrés en cualquier estadio (embuche o llenado de granos) presenta similar reducción en rendimiento (Figura 1(c)). En cambio, en INIA Olimar la reducción es mayor cuando el estrés ocurre en posfloración -en particular con una duración de 20 días-(Figuras 2 (b),(c)). De todas maneras, la reducción apreciada en este cultivar resultó de menor orden -600 a 900 kg de grano por cada 10 días de estrés-, respecto a EP144 -1000 a 1100 kg/ha/10 días de baja luminosidad- (Cuadro1).

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

Cuadro 1. Parámetros de regresión de rendimiento (kg/ha) y restricción de radiación solar (períodos de 10 días) en cultivares El Paso 144 e INIA Olimar en 2011/12 y 2012/13.

Parámetros	El Paso 144		INIA Olimar	
	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13
Coefficiente de regresión (b)*	-1155	-1086	-918	-620
Intercepto (a)	9569	10738	10864	10693

* kg/ha en períodos de 10 días

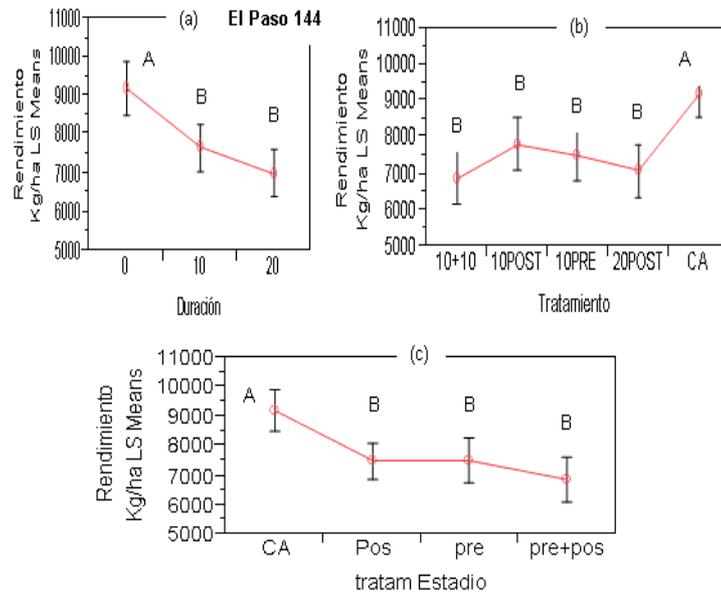


Figura 1. Rendimiento (kg/ha) en El Paso 144 según: a) duración del periodo de restricción de radiación, b) tratamientos realizados y c) estadios fenológicos.

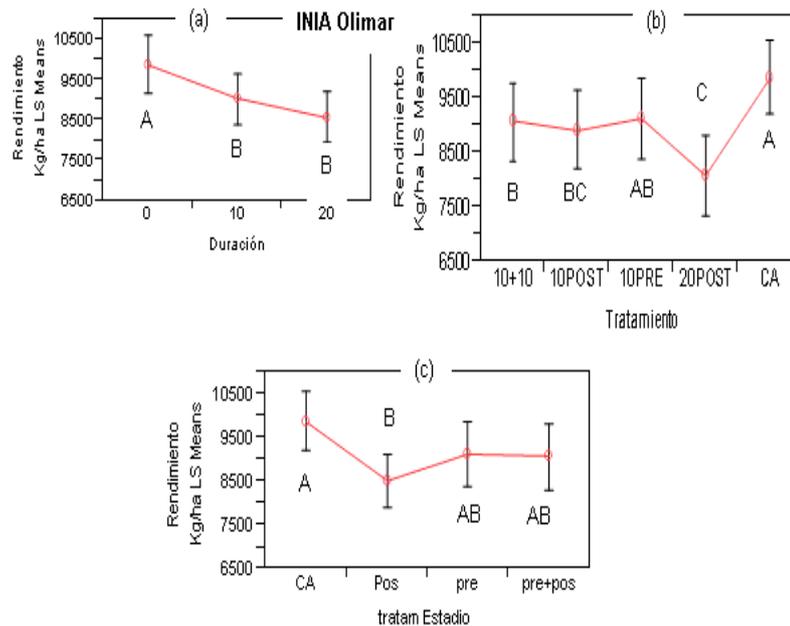


Figura 2. Rendimiento (kg/ha) en INIA Olimar según: a) duración del periodo de restricción de radiación, b) tratamientos realizados y c) estadios fenológicos.

Componentes del rendimiento. Ambos cultivares presentaron incrementos significativos en esterilidad de granos en condiciones de baja radiación en 20 días post floración (EP144, CA=15.4%, t5=25.1% P=0,0024; Olimar, CA=9.3%, t5=12.8%, P=0,0004); asimismo este tratamiento redujo el peso de 1000 granos, respecto a los obtenidos en CA (datos no mostrados).

Acumulación de Biomasa y Área Foliar. Los tratamientos de sombreado prefloración afectaron significativamente la acumulación de biomasa total (kg/ha) a floración (figura 3b), y en sus componentes vainas, tallos y panojas pero no en la biomasa acumulada en hojas (figura 3a). Esta respuesta plástica de los cultivares, manteniendo el área foliar aun con menor biomasa total, no logró sostener el rendimiento.

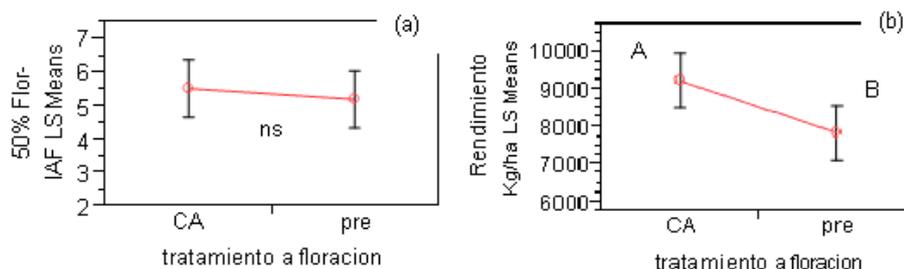


Figura 3. Índice de área foliar (a) y rendimiento (b) según tratamientos de restricción de radiación en embuche ("pre", prefloración) y sin restricción ("CA", cielo abierto)

Reservas de carbohidratos solubles (CHOs) Olimar y EP144 no se diferencian en la acumulación de CHOs a floración, aunque los niveles obtenidos por Olimar son inferiores en condiciones de restricción de radiación durante 20 días prefloración (datos no mostrados). En cada cultivar, el rendimiento, se relacionó inversamente con los contenidos de CHOs 20 días posfloración. Esto sería indicativo de su consumo en el proceso de llenado de granos. Así mismo explica la menor reducción del rendimiento en EP144 en condiciones de baja radiación durante el período de 20 días posfloración (Figuras 1b y 2b).

3. CONCLUSIONES

La reducción en radiación limitó el rendimiento en los cultivares estudiados, en relación directa con la duración del período de restricción. En general, EP144 tuvo mayores pérdidas que Olimar en los 2 años; sin embargo en casos de reducida radiación en llenado de granos (hasta 20 días posfloración), Olimar fue más afectado. La contribución de las reservas prefloración en EP144 para el llenado de granos permitieron atenuar la caída en productividad debido a la menor radiación disponible.

4. BIBLIOGRAFÍA

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

MITCHELL, P.L.; JE SHEESHY; FI WOODWARD, 1998. Potential yield and the efficiency of radiation use in rice. IRRI Discussion Paper Series N°32. Manila (Philippines): International Rice Research Institute. 62 p.

PÉREZ DE VIDA, F.B. 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.

PÉREZ DE VIDA, F.B. 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.

PÉREZ DE VIDA, F.B. 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.

ESTIMACIÓN DE BRECHA Y RESERVA TECNOLÓGICA EN ARROZ

F. B. Pérez de Vida¹, I. Macedo²

PALABRAS CLAVE: Rendimiento, cultivares elite, parámetros ambientales.

1. INTRODUCCIÓN

La productividad del cultivo de arroz se ha incrementado en los últimos 15 años de modo significativo, a una tasa de 128 kg/ha/año (Pérez de Vida 2010, 2011). En el período se ha consolidado el uso de cultivares de alto potencial (por ej El Paso 144, INIA Olimar), y la adopción de prácticas de manejo mejoradas (por ej. fechas de siembra e inicio del riego más temprano, Blanco et al 2011), en un contexto de alta adopción de otras tecnologías de protección y nutrición del cultivo. La universalización de estas prácticas culturales ha permitido la capitalización de condiciones climáticas favorables (mayor radiación y menor incidencia de bajas temperaturas en estadios reproductivo) que han afectado positivamente la expresión del rendimiento en los últimos años de la serie. Sin embargo, la identificación de parámetros climáticos como las variables significativamente asociadas a las variaciones en rendimiento (Pérez de Vida 2011), supone un relativo agotamiento del paquete tecnológico que podría impactar en las tasas de ganancias en el futuro cercano. El presente trabajo explora el potencial productivo a través de rendimientos experimentales y a nivel comercial y su relación (brecha tecnológica), así como su evolución (reserva tecnológica), con el objetivo de identificar oportunidades y desafíos productivos en el sector arrocerero del Este del País.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo se utilizó información de rendimientos comerciales reportados por la Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) en la serie 1994-1995 a 2010-2011. La información de áreas comerciales se restringió a chacras en la zona Este del país (Deptos de Lavalleja, Rocha, Treinta y Tres y Cerro Largo); comprendiendo todas las fechas de siembra incurridas, en las cuales se conoce que 88% se concentró en los meses de octubre y noviembre (Pérez de Vida 2011). Por otra parte se utilizaron datos internos del Programa de Mejoramiento Genético de Arroz de INIA de cultivares en ensayos en Evaluación Final según descrito por Pérez de Vida y Macedo en esta publicación. La serie utilizada cubre el período 1996-1997 a 2010-2011, excluyendo los experimentos sembrados en el mes de diciembre. Es de considerar aunque no cuantificado en este análisis, la consolidación, en el período, del manejo del área experimental bajo un esquema de rotación con pasturas (fase de pasturas: 3 años, fase de arroz: 1 cultivo). Este manejo puede contribuir a la mayor productividad debido a mejores condiciones fisicoquímicas del suelo, y a la no existencia de rendimientos de "rastros".

Cultivares. Como se analizara por Pérez de Vida (2010), los cultivares predominantes en el área comercial en la mencionada serie de años fueron El Paso 144, INIA Tacuarí e INIA Olimar (96% del área en total); en función de lo cual se seleccionaron para este trabajo los mismos cultivares evaluados en condiciones experimentales.

Análisis y paquete estadístico. La productividad del cultivo a nivel comercial (rendimiento comercial, Rc) y experimental (rendimiento experimental, Re) se relacionó con "zafra" como variable independiente aleatoria. La brecha tecnológica media se estimó como la relación Re/Rc en sus valores medios para todo el período. En función del modelo lineal ajustado en cada caso (Rc y Re), se estimaron los rendimientos del comienzo y final de la serie, cuantificándose de este modo la brecha entre Re y Rc para esos momentos. La diferencia entre brechas al inicio y final del período de estudio permite estimar la reserva tecnológica disponible; si este valor es positivo o negativo indicaría incrementos o reducción en la disponibilidad de herramientas tecnológicas para la continuidad de la progresión productiva (Díaz y Abadie, 1997)

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

² Estudiante de Facultad de Agronomía, UdelaR

3. RESULTADOS

El rendimiento experimental de cada año fue el promedio resultante de los cultivares mencionados, en siembras de Octubre y Noviembre en UEPL, Treinta y Tres. La media en el período fue de 8.06 t/ha, con un coeficiente de variación (CV) de 11.4%. El rendimiento medio comercial fue de 6.65 t/ha con un CV de 12.7%. De este modo en el período la brecha media entre rendimientos comerciales y experimentales fue de 21% (cuadro 1 y figura 1).

Cuadro 1. Rendimientos (t/ha) a nivel comercial y experimental, Brecha y Reserva tecnológica en arroz en región Este, período 1994/95 a 2010/11.

zafras	Rendimiento				Brecha Tecnológica %
	Experimental		Comercial		
	observado	modelo	observado	modelo	
	t/ha				
1994/1995		6.81	5.41	5.41	25.9
1995/1996		6.94	6.45	5.55	
1996/1997	7.04	7.06	6.54	5.69	
1997/1998	6.64	7.18	5.13	5.83	
1998/1999	7.13	7.30	6.17	5.96	
1999/2000	8.84	7.42	6.53	6.10	
2000/2001	7.89	7.54	6.62	6.24	
2001/2002	8.37	7.66	5.54	6.37	
2002/2003	8.82	7.78	5.82	6.51	
2003/2004	6.67	7.90	6.54	6.65	
2004/2005	7.46	8.03	6.56	6.79	
2005/2006	8.90	8.15	7.17	6.92	
2006/2007	8.97	8.27	7.76	7.06	
2007/2008	7.52	8.39	7.81	7.20	
2008/2009	9.39	8.51	7.95	7.34	
2009/2010	8.49	8.63	6.95	7.47	
2010/2011	8.85	8.75	8.10	7.61	15.0
media	8.06	7.78	6.65	6.51	21.0
Reserva Tecnológica					-10.9
modelo	a	6.8141	a	5.4134	
	b	0.1212	b	0.1373	
	R ²	0.342**	R ²	0.601**	
Incremento anual %		1.50		2.06	

Las tasas anuales de cambio en rendimientos en la zona Este, comerciales y experimentales (UEPL) son muy similares, del orden de 0.137 t/ha/año y 0.121 t/ha/año. Considerando que no se registraron variaciones en el germoplasma en producción, dichos incrementos deberían ser adjudicados a cambios en prácticas de manejo. Sin embargo, Pérez de Vida (2012) identifica a parámetros climáticos (radiación y temperatura) como los factores de mayor relevancia en explicar las variaciones registradas en el rendimiento. De igual modo, la tasa de incremento del rendimiento experimental -comprendiendo los mismos cultivares que el área comercial, evaluados bajo un manejo similar durante todo el periodo-, fue explicado por Pérez de Vida y Macedo (en esta publicación) por los niveles de radiación disponibles durante el llenado de granos y por la incidencia de bajas temperaturas en prefloración. El incremento anual en la productividad es algo superior en condiciones comerciales a la registrada en los experimentos (coeficiente b, cuadro 1); sin embargo en términos relativos a la productividad que se obtiene en cada caso resulta que los productores arroceros están haciendo progresos (2.06%) a un ritmo 37% superior que la investigación nacional (1.50%).

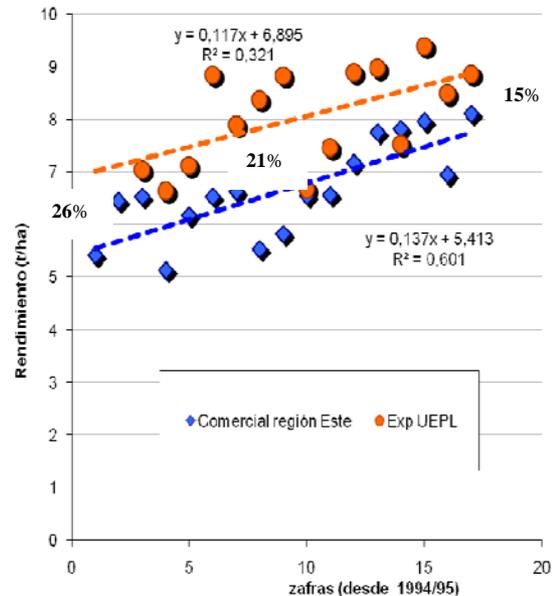


Figura 1. Rendimiento (t/ha) en áreas comerciales de la región Este (rombos) y experimentos en Unidad Experimental Paso de la Laguna (círculos) según zafras desde 1994-1995. Los porcentajes indican la brecha tecnológica en el cultivo en tres momentos de la serie, de acuerdo a los valores de productividad estimados por las regresiones indicadas.

Sin embargo, considerando la media de los mayores rendimientos experimentales (superiores a 8 t/ha, n=8 años) como el potencial alcanzable con el nivel tecnológico actual (8.8 t/ha), este resulta la obtención del 81% del potencial del ambiente (10.9 t/ha, Pérez de Vida 2011).

3. CONCLUSIONES

La brecha tecnológica en arroz se estima en 21% con una evolución decreciente, lo cual reduce la reserva tecnológica disponible para dar soporte a futuros incrementos en la productividad. Se dispone de escasa información tecnológica de experimentos de exploración del potencial (Pérez de Vida y Molina 2011) que permitan estimar la brecha de productividad “interna” en el ámbito experimental; dicho enfoque experimental resulta de relevancia para el análisis y evaluación de alternativas tecnológicas que superen el actual techo productivo.

4. BIBLIOGRAFÍA

DIAZ R., ABADIE T. 1998. Rendimiento potencial y brechas tecnológicas de trigo en el Uruguay y en el Cono Sur. In: Kohli, M.; Martino D. (eds). 1998. “Explorando altos rendimientos de trigo”. La Estanzuela, Uruguay, octubre 20 al 23, 1997. Uruguay; CIMMYT-INIA.

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

PÉREZ DE VIDA, F.B. 2011. Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: III. Potencial biológico en la región Este. Arroz Resultados Experimentales 2010-2011. Actividades de Difusión 651. INIA Treinta y Tres.

PÉREZ DE VIDA, F.B. 2011. Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay: IV. Incidencia de factores climáticos en la productividad del cultivo de arroz en Uruguay. Arroz Resultados Experimentales 2010-11. Actividades de Difusión 651. INIA Treinta y Tres.

PÉREZ DE VIDA, F.B., MOLINA F. 2011. Exploración del potencial de rendimiento. Arroz Resultados Experimentales 2010-2011. Actividades de Difusión 651. INIA Treinta y Tres.

SEMILLAS

PRODUCCIÓN DE SEMILLA BÁSICA DE ARROZ

INFORME DE PRODUCCIÓN DE LA ZAFRA 12/13

A. L. Pereira¹ A. Pimienta²

Cuadro 1. Mantenimiento genético y producción de semilla pré-básica de arroz

Variedad	Panojas/hilera	Semilla pré básica
	Nº Sembradas	kg
EEA 404	150	152
El Paso 144	400	634
L3000 INIA Olimar	320	249
Tacuari	307	315
L 5903	122	144
CL 244	144	184
CL 212	180	164
289	132	140*

Cuadro 2. Producción de líneas promisorias

Variedad	Área sembrada	Rendimiento	Semilla obtenida
	(ha)	kg	kg
CL 244	0,3	7.553	2.266
CL 212	0,3	6.783	2.035
L 5903	0,4	11.788	4.715
C 289	0,4	10.000*	4.000*

Cuadro 3. Producción de Semilla Categoría Básica - Zafra 2011/12

Variedad	Área Sembrada	Densidad siembra	Rend.	Semilla Obtenida
	(ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	kg
INIA Tacuarí	2,8	107	7.019	19.654
L 3000 INIA Olimar	1,9	105	9.120	17.329
El Paso 144	6,4	100	8.723	55.830
EEA 404	0,6	100	6.332	3.799

*Sin clasificar, rendimiento de chacra

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

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

² Téc. Agrop. INIA. Unidad de Semillas

SOJA

AJUSTES A LA POBLACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO DE SOJA EN SUELOS ARROCEROS

T. Lucas¹ J. Castillo², F. Bonilla³, R. Amaral⁴, J. Terra⁵

PALABRAS CLAVE: Plasticidad, compensación.

1. INTRODUCCIÓN

Las poblaciones manejadas para el cultivo de soja en Uruguay tienen una fuerte ascendencia de la información generada en Argentina en cuanto a esta temática. En tal sentido es frecuente escuchar el manejo de altas poblaciones (360 mil – 500 mil pl/ha) (Diaz-Zorita et al. 2004). También es sabido de las bondades de los suelos de la zona núcleo Argentina en cuanto a suministro de agua y nutrientes los que permiten soportar esas poblaciones. Sin embargo la información generada en Brasil muestra mejores resultados utilizando poblaciones menores, entorno a 200 mil -250 mil pl/ha (Amaral R., com pers.), debido al tipo de suelos presente (similares a los encontrados en Uruguay). La bibliografía muestra que la densidad de plantas óptima es aquella que: - Permite un buen crecimiento evitando el vuelco (plantas con tallos no muy finos y un sistema radicular bien desarrollado). - Reduce la incidencia de enfermedades, malezas y plagas. - 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.

En los últimos años la llegada de la soja a las planicies del este uruguayo hace reflexionar en cuanto a las poblaciones a utilizar ya que se trata de suelos con baja capacidad de almacenaje de agua y suministro de nutrientes entre otros. 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 tres poblaciones y dos sistemas de distribuciones de semillas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron instalados 4 experimentos de poblaciones y distribución en cuatro ambientes típicos de la zona arrocera este del país: India Muerta, 2^a de Treinta y Tres, Rincón y Río Branco. Las fechas de siembra fueron el 1 de noviembre, 17 de noviembre, 18 de noviembre y 22 de noviembre de 2012 en Río Branco, Rincón, 2^a de Treinta y Tres e India Muerta respectivamente con la variedad Nidera 5909. Se evaluaron 3 tratamientos de poblaciones: 220 mil, 320 mil y 420 mil plantas/ha utilizando un sistema de distribución a placas. En forma adicional se sumo otro tratamiento de 320 mil plantas/ha pero con distribución a chorrillo simulando el mecanismo de distribución más usado por los productores arroceros y con el que realizan también la siembra de soja. Se sembró con una sembradora Semeato Personale Drill 13 la que se convirtió a chorrillo para este tratamiento, mediante la instalación del kit de invierno. La superficie de cada parcela fue de 10 x 25 mt. En cada parcela hubo 25 líneas de siembra espaciadas a 0,4 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 3000 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 400 m².

¹ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, tiliolupe2323@hotmail.com

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, rodrigo@marconnocampo.com.br

⁵ Ph.D, INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. jterra@tyt.inia.org.uy

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 SAS. En el modelo estadístico los tratamientos de poblaciones y distribuciones, la localidad y la interacción de ambos fueron definidos como efectos fijos mientras que el bloque anidado en localidad fue definido como efecto aleatorio. La separación de medias fue realizada según test de Tukey al 5%.

3. RESULTADOS

Se presenta un cuadro resumen de las probabilidades resultantes del análisis de varianza para la variable rendimiento a cosecha y componentes de rendimiento.

Cuadro 1. Resumen de ANAVAs de las diferentes variables analizadas.

Efecto	Rendimiento	Chauca/planta	Chauca/m ²	Grano/Chauca	Grano/m ²	P.M.G
Localidad	<.0001	<.0001	<.0001	ns	0.0102	ns
Tratamiento	ns	<.0001	ns	ns	ns	ns
Local*Trat.	ns	0.037	ns	ns	ns	ns

Un análisis general de la información permite apreciar que el efecto de la localidad tuvo más impacto en las variables analizadas que el propio tratamiento de poblaciones y distribución. La única variable que presentó efectos diferenciales según la población fueron las chauchas/planta las que también interaccionan con la localidad. (Cuadro 2).

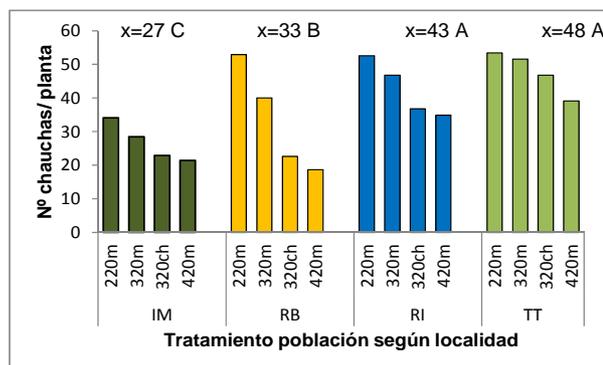


Figura 1. Número de chauchas por planta según tratamientos de poblaciones y la localidad

En todos los sitios se aprecia una disminución en el número de chauchas/planta conforme aumenta la población definida. La disminución mayor se observa en Río Branco, correspondiendo al sitio con los suelos más frágiles y donde la etapa reproductiva coincidió con déficit hídrico. Un efecto similar ocurrió en India Muerta la que logra los menores valores de chauchas/planta promedio de los 4 sitios. En esta localidad al efecto del déficit hídrico hay que agregarle el hecho de que fue el sitio que rescató la mayoría de las semillas sembradas pudiendo haber sufrido un estrés hídrico mayor al haber combinado déficit hídrico y la más alta población lograda. No obstante, no se detectaron diferencias significativas en el rendimiento debido a los tratamientos de poblaciones reflejando el poder compensatorio que operó entre población y rendimiento. El rendimiento si estuvo asociado a las distintas localidades (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la localidad en el rendimiento en grano, chauchas m² y granos m²

Localidad	Rendimiento	Chauchas m ²	Granos m ²	Grano/chaucha
2ª Treinta y Tres	4583 a	1690 a	3443 a	2,04 a
Rincón	3798 b	1323 b	2713 ab	2,05 a
India Muerta	3248 c	1207 b	2374 b	1,99,a
Río Branco	1670 d	880 c	1484 c	1,64 b
Media	3325	1275	2503	1,93
C.V %	37	26	32	10

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con p=0,05

Para los sitios de Treinta y Tres, Rincón e India Muerta existió una relación entre el número de chauchas/planta logrado y el rendimiento final. Esta tendencia no se cumplió para el sitio de Río Branco explicado el vaneo de granos en las chauchas individuales.

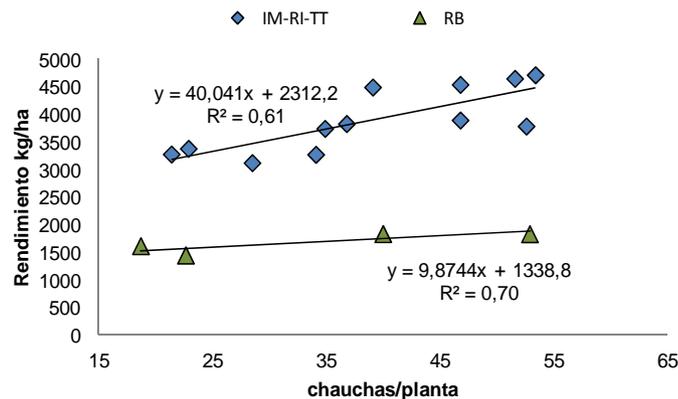


Figura 2. Relación entre número de chauchas por planta y rendimiento en grano

4. CONCLUSIONES

El efecto del año podría haber enmascarado los resultados obtenidos al no haber encontrado diferencias significativas en rendimiento con los tratamientos de población evaluados.

Los tratamientos de menor población pudieron generar mayor número de chauchas/planta, granos compensando de esa forma el rendimiento en tres sitios.

Tampoco se encontraron diferencias entre la siembra a placa y a chorrillo seguramente por las buenas condiciones de instalación del cultivo asociado al año.

Los resultados encontrados confirman la muy buena capacidad que tiene esta especie en relación a su plasticidad y compensación.

5. BIBLIOGRAFÍA

GARCÍA, F.O; CIAMPITTI, I.A; BAIGORRI, H. 2009. Manual del cultivo de soja. 1a ed. - Buenos Aires : International Plant Nutrition Institute. 180 p.

DÍAZ-ZORITA, M.; DUARTE, A.G. 2004. Manual práctico para la producción de soja. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 256 p.

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

J. Castillo¹, F. Bonilla², T. Lucas³, R. Amaral⁴, A. Bordagorri⁵, J. Terra⁶

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

1. INTRODUCCIÓN

La rotación arroz-pasturas tiene ventajas productivas, económicas y ambientales bien documentadas (Deambrosi, 2009). Sin embargo, el deterioro de los márgenes del arroz en los últimos años ha despertado el interés por incorporar la soja a la rotación aprovechando sus buenos precios y transparencia de mercado. 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.

Sin embargo, los suelos arroceros del Este tienen limitantes importantes para el cultivo de soja debido a su pobre drenaje interno, baja capacidad de almacenamiento de agua y exploración radicular, pobre estructura y fertilidad natural que causan stress abióticos de diferente intensidad y reducen la productividad (Chebataroff et. al. 2002). Preocupa especialmente el riesgo de anegamiento, ya que la soja es un cultivo muy sensible a los mismos, reduciendo su productividad entre 17-43% durante la etapa vegetativa y entre 50-56% en la etapa reproductiva ante excesos temporales de agua (Oosterhuis et al., 1990, Boru et al., 2003).

La vulnerabilidad del cultivo de soja al stress abiótico 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 tapas 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

Durante la zafra 2012-13 se instalaron una red experimental sobre chacras comerciales ubicadas en 5 localidades: Río Branco (1 de Nov.), Rincón (17/Nov.), La Charqueada (18 Nov.), India Muerta (22 Nov.), y Paso de la Laguna (10 Dic.) sobre unidades de suelos contrastantes.

En cada sitio se instaló un experimento evaluando 4 cultivares de grupos de madurez (GM) contrastante: Nidera 5009, Nidera 5909, Don Mario 6.2i y Don Mario 6.8i. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en cada localidad. Los cultivares se sembraron en parcelas de 10-m de ancho y 25-m de largo con 2 repeticiones en cada localidad.

Los experimentos se sembraron con una sembradora 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. Se utilizó una población objetivo de 320.000 pl/ha. Se fertilizó con el criterio de asegurar los niveles críticos de P y K mas los niveles de absorción para un rinde objetivo de 3000 kg/ha. Se utilizó K₂O para ajustar K y 7-40-0 + 5S para ajustar P. 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, con pequeños ajustes puntuales.

Las determinaciones incluyeron muestreos de suelos (0-15 cm) previo a la siembra para análisis del contenido de C orgánico, N total, P (Bray I y ácido cítrico), K intercambiable, Mg y pH (agua) (Castillo et al, en esta publicación). Se cuantificó la recuperación de plantas luego de emergencia, estado fisiológico durante el ciclo del cultivo, plantas a cosecha, componentes de rendimiento (n chauchas/planta, n

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

² Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, fbonillacedrez@gmail.com

³ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, tliolupe2323@hotmail.com

⁴ Ing. Agr., Técnico contratado proyecto, rodrigo@marconnocampo.com.br

⁵ Téc. Agrop. INIA

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

granos/chaucha y peso de mil granos) y rendimiento realizado con cosechadora comercial (10 hileras x 25 m).

Las respuestas agronómicas fueron evaluadas con modelos mixtos (PROC MIXED, SAS) (Littell *et al.*, 1996). Los sitios, los GM y sus interacciones fueron considerados como efectos fijos, mientras que los bloques anidados en sitios 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.

3. RESULTADOS

Debido al exceso de precipitaciones en diciembre se perdieron por anegamiento los experimentos de GM de Rio Branco y Paso de la Laguna, donde el único GM en el que se obtuvo un stand aceptable de plantas sobrevivientes fue Nidera 5909. Por tanto la información agronómica y productiva que se presenta corresponde a los otros tres sitios restantes.

Cuadro 1. Efectos del Grupo de Madurez (GM) y el Sitio sobre la productividad de la soja y los componentes de rendimiento.

	Rinde	Población	Chauchas/planta	Chauchas/m ²	Granos/chaucha	Grano/m ²	PMG
	-----Pr > F-----						
Sitio	0.0013	0.088	0.024	0.069	0.006	0.011	0.104
GM	0.0078	0.003	0.016	0.114	0.949	0.078	0.313
LOC*GM	0.0046	0.132	0.269	0.294	0.142	0.042	0.225

Se observaron diferencias significativas a la implantación entre GM y una tendencia entre sitios (Cuadro 1). La población obtenida en N5909 (31.5 pl/m²) fue la más cercana al objetivo, mientras que en DM6.2i fue un 42% inferior a la población buscada (Cuadro 2). La implantación en India Muerta fue algo mayor al de los otros dos sitios. La reducción en la población en DM6.2i estuvo relacionada al mayor tamaño y desuniformidad de semilla respecto a las dimensiones de los agujeros de la placa de siembra; mientras que las diferencias de N5909 respecto a los otros dos materiales parecen estar dados por una mejor recuperación y adaptación de la semilla de ese cultivar a los ambientes sembrados como ocurrió en los sitios perdidos. Las plantas a cosecha fueron prácticamente las mismas (5% menor) que las obtenidas a emergencia, resultado de las buenas condiciones climáticas del año.

Cuadro 2. Recuperación de plantas (pl/m²) por sitio experimental y grupo de madurez de soja.

Sitio/Grupo Madurez	N 5009	N 5909	DM 6.2i	DM 6.8i
	-----pl/m ² -----			
Rincón	22.5	32.5	17.5	24.0
La Charqueada	22.5	30.0	17.5	25.0
India Muerta	25.0	32.5	20.0	30.0
Media	23.3B	31.5A	18.3C	26.3B

Valores seguidos por una misma letra mayúscula en misma fila no difieren significativamente con p=0.05

El ciclo emergencia-R3 fue de 86 d en DM6.8 y de 76 d en N5009, sin mayores variaciones entre sitios. El ciclo a R8 fue de 167 y 145 d para DM 6.8 y N5009, respectivamente. No se observaron mayores diferencias entre el ciclo de N5909 y DM 6.2i a R3 (84d) ni R8 (160d).

La productividad de la soja fue afectada por la localidad, el GM y la interacción de ambas (Cuadro 1 y Cuadro 3). Considerando todos los sitios, la mayor productividad fue obtenida con los GM DM6.2i y DM6.8i que en promedio (3910 kg/ha) fue un 8% mayor a la obtenida con los GM N5009 y N5909 (3610 kg/ha). La mayor productividad fue obtenida en el sitio de La Charqueada bajo un régimen hídrico más favorable respecto a los otros sitios. En este sitio, la productividad del GM de ciclo más corto (5009) estuvo algo por encima incluso del GM de ciclo más largo (DM 6.8). Por otro lado, en el sitio de menor productividad relativa, India Muerta, el GM de ciclo más largo tuvo un rendimiento 17% mayor al del GM más corto. Esto sugiere que el ciclo más largo de DM 6.8i le permitió escapar de las condiciones de déficit impuestas por el ambiente a fines de enero a los ciclos más cortos en ese sitio.

Cuadro 3. Rendimiento de soja por sitio experimental y grupo de madurez.

Sitio/Grupo Madurez	N 5009	N 5909	DM 6.2i	DM 6.8i	Media
	-----kg/ha-----				
Rincón	3130	3490	3930	3670	3550B
La Charqueada	4980	4310	5090	4770	4790A
India Muerta	2760	3000	2810	3220	2950C
Media	3620b	3600b	3940a	3880a	

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma fila no difieren significativamente con p=0.05

Valores seguidos por una misma letra mayúscula en la misma columna no difieren significativamente con p=0.05

El número de chauchas por planta fue el componente de rendimiento más afectado por el ambiente y los GM (Cuadro 4 y Cuadro 5). Los componentes lograron explicar gran parte de las diferencias de rendimientos observadas entre sitios, pero no lo hacen satisfactoriamente con las diferencias observadas entre GM; seguramente por la magnitud de las mismas.

El sitio de La Charqueada, el de mayor productividad, fue el de mayor número de chauchas por planta, n de granos por chaucha y también tuvo tendencia en peso de grano. Mientras que el sitio de menor productividad relativa, India Muerta, fue donde se obtuvieron menos chauchas por planta y también menos granos por chaucha.

Cuadro 4. Componentes de rendimiento de soja por ambiente (promedio de todos los GM).

	Chauchas /planta	Chauchas /m ²	Granos /chaucha	Granos/m ²	PMG
Rincón	61a	1393b	2.0b	2718b	146a
La Charqueada	66a	1628a	2.2a	3595a	162a
India Muerta	34b	1199b	1.9b	2303c	153a

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con $p=0.05$

Los cultivares N5009 y DM 6.2i tuvieron en promedio 46% más chauchas por planta que la media de los otros dos cultivares. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre GM en los otros componentes que contribuyan a explicar las diferencias en productividad comentadas anteriormente.

Cuadro 5. Componentes de rendimiento de soja por GM (promedio de todos los sitios)

	Chauchas/ planta	Chauchas/ m ²	Granos/ chaucha	Granos/m ²	PMG
N5009	62a	1508a	2.05a	3127a	152a
N5909	41b	1422a	2.01a	2859a	154a
DM6.2i	64a	1378a	2.04a	2835a	160a
DM6.8i	46b	1321a	2.00a	2669a	148a

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con $p=0.05$

3. CONCLUSIONES

A pesar de ser un año climáticamente favorable para el cultivo de soja, 2 de los 5 experimentos fueron perdidos a causa del anegamiento, uno de los principales riesgos en estos ambientes edáficos. En ambos sitios, fue destacable el hecho de que uno de los cultivares pareció ser más tolerante a dichas condiciones.

Por otro lado, se obtuvieron altas productividades en los sitios restantes, inusuales para la región y para estos suelos. En el ambiente más favorable, el rendimiento del GM corto fue similar al alcanzado con GM más largos, sin embargo en ambientes algo más restringidos, a pesar de los rendimientos medios, fue importante el uso de un GM más largo para desfasar etapas críticas del cultivo de los periodos de mayor riesgo de déficit hídrico en enero.

Parece importante repetir esta red nuevamente en un año climáticamente menos favorable a los efectos de sacar algunas conclusiones en ese tipo de escenario más probable.

4. BIBLIOGRAFÍA

DEAMBROSI, E. 2009. 10 años de la Unidad de Producción Arroz-Ganadería. Serie Técnica 180. INIA.

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.

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.

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

DIFERENTES CRITERIOS PARA LA FERTILIZACIÓN DE SOJA EN ROTACIÓN CON ARROZ

J. Castillo¹, J. Terra², F. Bonilla³, T. Lucas⁴, R. Amaral⁵

PALABRAS CLAVE: Nivel de suficiencia, balance.

1. INTRODUCCIÓN

La llegada de la soja a suelos que hasta el momento se mantenían en rotación de arroz y pasturas ha generado la necesidad de validar el manejo ajustado para este cultivo en condiciones diferentes para el que fue generado. Si bien es necesario revisar prácticas de manejo como la población objetivo y los grupos de madurez adecuados para suelos con particularidades topográficas e hídricas, la fertilización podría ser uno de los aspectos de mayor alteración debido a los cambios que provoca en la dinámica de nutrientes del suelo la alternancia entre etapas de anegamiento (arroz) y secado (soja) (Fageria et al. 2011). En comparación con el cultivo de arroz, la soja es más demandante en cantidad de nutrientes movilizados, principalmente P y K, necesitando de otros micro elementos esenciales para la actividad enzimática de la leguminosa así como para la F.B.N. (García et. al. 2009).

En materia de fertilización de cultivos existen dos grandes enfoques que son; fertilización según nivel de suficiencia y según balance. En la primera 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)

Los objetivos del trabajo fueron comparar ambas filosofías de fertilización combinadas con agregado de micro nutrientes y fuente calcárea en 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

Se instaló una red de experimentos de fertilización en 4 sitios típicos de la zona arroceras 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 consideró aparte del nivel inicial de nutrientes una expectativa de rendimiento de 3000 kg ha de soja, 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 0,30 meq/100 gr en suelos pesados mientras que en suelos livianos fue de 0,25 meq/100 gr. 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. Las características de cada sitio y experimento se observan en el cuadro 1. Las fechas de siembra de los experimentos fueron el 1/11/12, 17/11/12, 18/11/12 y 20/11/12 en Río Branco, Rincón, 2ª Treinta y Tres e India Muerta respectivamente.

Cuadro 1. Nivel inicial de nutrientes de cada sitio experimental y recomendaciones de fertilización realizadas.

Parámetros Unidad	India Muerta	2da T y Tres	Rincón	Río Branco
Potasio Int (meq.K/100g)	0,26	0,15	0,28	0,23
Magnesio (meq.Mg/100g)	3,9	1,1	2,7	2,5
pH (agua)	5,4	5,8	5,3	5,5
Materia Orgánica (%)	3,7	2,9	1,5	1,4
P Ac. Cítrico (ppm P)	8	14	19	12
Recomendación P: Balance (kg/ha P ₂ O ₅)	60	46	35	51
Recomendación P: N. Suficiencia (kg/ha P ₂ O ₅)	47	0	0	30
Recomendación K: Balance (kg/ha P ₂ O ₅)	48	121	43	57
Recomendación K: N. Suficiencia (kg/ha K ₂ O)	40	117	24	49

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

² Ph.D, INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental jterra@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

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.

En cada localidad 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.

Las respuestas agronómicas fueron evaluadas utilizando modelos mixtos (PROC MIXED) del paquete estadístico de SAS (Littell *et al.*, 1996). En el modelo las localidades, los tratamientos de fertilización y su interacción fueron considerados efectos fijos, mientras que los bloques anidados en las localidades fue definido como efecto aleatorio. La significancia estadística fue determinada según la prueba de F con un $p=0,05$.

3. RESULTADOS

El siguiente cuadro resume los resultados del análisis de varianza y las probabilidades obtenidas para las variables analizadas.

Cuadro 2. Probabilidades estadísticas para las diferentes variables analizadas.

	Pr > F						
	Rend.	Pob.Lograda	Chauchas /planta	Chauchas /m ²	Granos /chaucha	Granos /m ²	P.M.G
Localidad	0,0004	<.0001	ns	<.0001	0,0105	<0,0001	ns
Tratamiento	ns	ns	ns	0.0084	ns	0,05	ns
Loc x Trat	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

En términos generales las diferentes variables analizadas presentaron diferencias estadísticas asociadas a la localidad y no al efecto de los tratamientos de fertilización evaluados. Tampoco se encontraron diferencias asociadas a la interacción de los diferentes tratamientos de fertilización evaluados y las diferentes localidades.

Si bien las chauchas/m² y los granos/m² presentaron diferencias estadísticas según los diferentes tratamientos de fertilización (Cuadro 2), esto no se tradujo en diferencias significativas en rendimiento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento y población efectiva lograda en las diferentes localidades.

	Rendimiento kg/ha	Población pl/ha
2ª T y Tres	4887 a	365100 a
Rincón	3587 b	263800 b
I. Muerta	3070 b	259300 b
R. Branco	1650 c	195000 c

Como se mencionó las diferencias en rendimiento estuvieron explicadas por las localidades y no por los efectos de los tratamientos. A su vez estas diferencias están asociadas a los regímenes de precipitaciones y su distribución en el ciclo del cultivo ocurridos en las diferentes localidades. En tal sentido las condiciones desde siembra hasta entrada la etapa reproductiva (R2-3) en India Muerta fueron las mejores a juzgar por el estado del cultivo observado en ese momento y por la población lograda. No obstante, la etapa de reproductiva atravesó un período sin precipitaciones por más de 45 días. Caso contrario ocurrió en el sitio de Treinta y Tres donde entrada la etapa reproductiva se dieron precipitaciones muy frecuentes pero de intensidad media que a priori habrían posibilitado concretar altos rendimientos. En Río Branco sucedieron las dos cosas, fuertes lluvias a la instalación del cultivo imposibilitaron lograr un buen stand de plantas, estrés por exceso hídrico en las primeras etapas vegetativas y precipitaciones más erráticas en la etapa reproductiva.

3. CONCLUSIONES

Ninguno de los tratamientos de fertilización en ninguna de las localidades generó diferencias en rendimiento. Trasladando estos resultados a situaciones productivas hubiera existido diferencias

importantes en los costos de producción asociados a la fertilización, comparando las dos filosofías manejadas (menores en nivel suficiencia y mayores en la de balance).

Ni el agregado de calcáreo ni el uso de micronutrientes vía aplicación foliar tuvo impacto en el rendimiento en grano.

Se trató de una zafra casi única en cuanto a rendimientos logrados explicado en su mayoría por el régimen hídrico del verano. Queda la interrogante de si el efecto mayor de las precipitaciones enmascaró el efecto los tratamientos de fertilización. Un segundo año de evaluación en un verano típico de la zona permitirá hacer foco en este aspecto.

4. BIBLIOGRAFÍA

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

GARCÍA, F.O; CIAMPITTI, I.A; BAIGORRI, H. 2009. Manual del cultivo de soja. 1a ed. - Buenos Aires : International Plant Nutrition Institute. 180 p.

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>.

FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO EN SOJA: COMPATIBILIDAD ENTRE CURASEMILLAS Y RIZOBIOS*

Elena Beyhaut¹ y Margarita Sicardi²

1. INTRODUCCIÓN

Importancia del número de células viables de rizobios sobre la semilla

El objetivo central de la inoculación de leguminosas es proveer el máximo número de rizobios específicos vivos en la rizosfera en el momento en que se inicia la nodulación. Números más altos de rizobios sobre la semilla prevalecerán sobre las pérdidas que ocurren previo a la germinación y a la emergencia de la raíz. En general, cuando el número de rizobios viables inoculados por semilla aumenta, la nodulación, la fijación de nitrógeno y el rendimiento, aumentan [1].

El problema de la baja sobrevivencia de los rizobios a partir de su aplicación a la semilla fue reconocido ya a comienzos del siglo XX. Desde entonces, la sobrevivencia de los rizobios sobre la semilla ha sido ampliamente estudiada [2]. La muerte de los rizobios subsiguiente a la inoculación ocurre rápidamente, debido a la desecación, al contacto con fertilizantes ácidos, a la toxicidad de la cubierta de la semilla, la incompatibilidad con plaguicidas de síntesis y a ambientes edáficos desfavorables [3]. En el cultivo de soja, se observaron caídas en el rendimiento del 11, 18, 23 y 36% cuando se aplicaron 10^5 , 10^4 , 10^3 y 10^2 bradyrizobios por semilla en comparación a una inoculación de 10^6 bradyrizobios por semilla. Estudios con resultados similares dan soporte al argumento para que los estándares exigidos a los inoculantes se basen en el número de rizobios viables por semilla que el inoculante es capaz de proporcionar. En ese sentido, en Canadá se ha propuesto un incremento de los valores exigidos de 10^5 a 10^6 células viables por semilla en soja (1), coincidente con el mínimo exigido en Francia [4]. Por su parte, en Brasil se demostró que la recomendación de inocular 300.000 células/semilla no era suficiente para obtener la máxima tasa de fijación de nitrógeno, por lo que la recomendación se elevó a 600.000 células/semilla [5].

Sobrevivencia de los rizobios sobre la semilla y compatibilidad con el inoculante

El uso de fungicidas como curasemillas está ampliamente aceptado tanto para eliminar el inóculo presente en la semilla así como para proteger la semilla y la plántula durante la implantación (6). Cuando los curasemillas son usados conjuntamente con inoculantes microbianos pueden causarles efectos negativos de intensidad variable, dependiendo de la molécula en cuestión. Sin embargo, la información científica al respecto es limitada, y los resultados son a menudo contradictorios [7]. Los factores que pueden explicar la contradicción entre resultados radican en las diferencias en la metodología de evaluación, incluyendo dosis utilizadas, tiempo de contacto curasemilla-rizobio, diferencias en el pH del medio y el ambiente en el que se realizan las evaluaciones (humedad y temperatura), conjuntamente con la falta de información precisa sobre otros componentes incluidos en la formulación comercial, que en ocasiones, son más tóxicos que el propio principio activo. Existen, además, diferencias genéticas intrínsecas entre cepas de rizobios que deben ser consideradas.

En esta presentación se resumen resultados obtenidos en evaluaciones de laboratorio e invernáculo para determinar los efectos de curasemillas sobre la sobrevivencia de bradyrizobios específicos para soja. También se evaluaron los efectos sobre la nodulación y la fijación biológica de nitrógeno.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Efecto del curasemilla sobre los rizobios viables en función del tiempo

Se trataron semillas de soja con curasemillas (fungicida/insecticida/sin curar), dos tipos de inoculante (turba/líquido), bioprotector (con/sin) (Cuadro 1). Los inoculantes comerciales en base turba estéril (9.5×10^9 ufc/g) y líquido acuoso (6.0×10^9 ufc/ml) fueron formulados con las cepas de *Bradyrhizobium elkanii* U-1301 y U-1302, las cepas recomendadas para el mercado uruguayo. Previo a la inoculación, las

¹ Se incluyen en esta comunicación parte de los resultados del trabajo de tesis de Lourdes Olivera (estudiante de maestría) y Mariana González (grado).

² Ph.D. INIA. Laboratorio de Microbiología de Suelos. ebeyhaut@inia.org.uy

³ Dra. Facultad de Ciencias (UDELAR). Laboratorio de Microbiología de Suelos. sicardi@adinet.com.uy

semillas se trataron con fungicida C+T (carbendazim 25% p/v + tiram 25% p/v) e insecticida (Imidacloprid 60% p/v). Se utilizó un bioprotector comercial. Los productos comerciales se aplicaron según recomendación del fabricante. Luego de tratadas, las semillas se mantuvieron en bolsas de polietileno abiertas a 26° C y humedad ambiente.

Efecto del curasemilla sobre la nodulación y la fijación biológica de nitrógeno

Las semillas se trataron en forma secuencial, aplicando primero el curasemilla y luego el inoculante en una curadora experimental con tambor rotativo Rotogard® R150. Se utilizaron dos formulaciones de inoculantes comerciales, turba estéril (9.5×10^9 ufc.g⁻¹) y líquido acuoso (6.0×10^9 ufc/ml), los productos fungicidas e insecticidas evaluados se listan en el cuadro 1. Dos y 7 días después de ser tratadas, las semillas fueron sembradas en macetas de plástico de 1 kg con mezcla de turba y arena estéril. El diseño del experimento fue en bloques al azar y se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento. Las plantas se cosecharon a los 60 días, determinándose peso seco de la parte aérea y peso seco de nódulos (datos no presentados).

Cuadro 1. Lista de ingredientes activos utilizados para tratar las semillas con sus correspondientes dosis para 100 kg de semilla.

P.A.	Dosis mL/100 kg
Carbendazim+Tiram+Metalaxil	250
Metalaxil	100
Metil tiofanato+Pyraclostrobin	100
Metalaxil+Fludioxonil	300
Tiametoxam	100
Imidacloprid	200

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del curasemilla sobre los rizobios viables en función del tiempo

En la figura 1 se observa que el tratamiento con inoculante turba, con bioprotector y sin curasemilla (TB) fue el que presentó mejor sobrevivencia en el tiempo. Todos los tratamientos que incluían curasemilla tuvieron una carga de rizobios subóptima al día 11 de ser tratados. Se observó el beneficio del bioprotector, dado que los tratamientos que lo incluyeron (TB, LBI, LBF y LB) presentaron mejor performance que el tratamiento sin bioprotector (L).

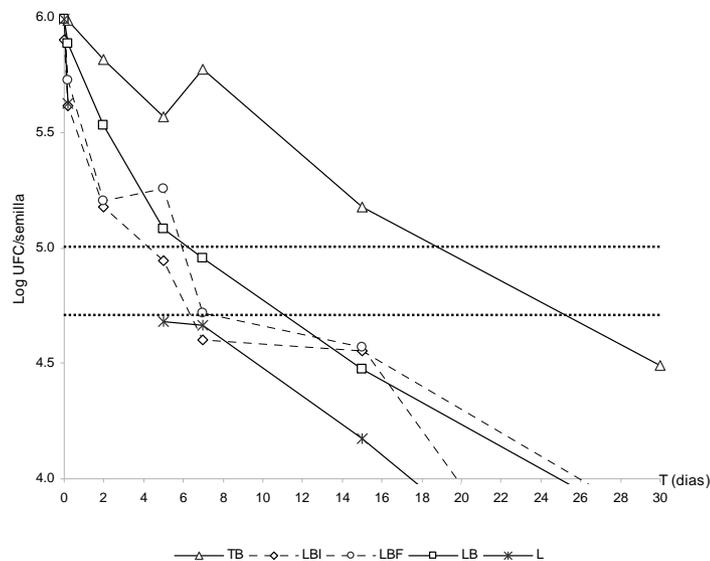


Figura 1. Sobrevivencia de rizobios viables recuperados de las semillas a distintos tiempos, medida a través de las unidades formadoras de colonias (UFC). Tratamientos de semilla: TB=turba+bioprotector, LBI = líquido+bioprotector+insecticida, LBF=líquido+bioprotector+fungicida, LB=líquido+bioprotector. Las líneas punteadas marcan los umbrales de 100.000 y 50.000 unidades formadoras de colonias/semilla.

Efecto del curasemilla sobre la nodulación y la fijación biológica de nitrógeno

El cuadro 2 muestra la comparación entre el peso seco aéreo de las plantas. Cuando el tiempo de espera entre tratamiento y siembra fue de dos días, el crecimiento de las plantas se vio afectado por todos los curasemillas cuando se utilizó inoculante en base a turba y afectado sólo por el C+T+M y el Imidacloprid cuando el inoculante era líquido. Para un tiempo de espera de siete días, todos los principios activos causaron una reducción del peso seco aéreo de las plantas.

Cuadro 2. Peso seco de parte aérea de plantas de soja sembradas 2 y 7 días luego de tratadas las semillas; experimento en macetas cosechado 60 días después de la siembra.

Curasemilla	Peso seco aéreo (g/maceta)			
	2 días		7 días	
	Turba	Líquido	Turba	Líquido
Sin curar	6.2 a	5.6 a	6.5 a	6.5 a
C+T+M	2.6 c	3.0 b	2.9 cd	3.4 c
Metalaxil	4.1 b	4.8 a	3.6 c	2.8 c
Metil tiofanato+Pyraclostrobin	5.1 ab	5.5 a	5.3 b	5.0 b
Metalaxil+Fludioxonil	4.9 b	4.5 a	3.4 c	2.5 c
Tiametoxam	4.6 b	5.0 a	3.5 c	2.9 c
Imidacloprid	2.8 c	2.1 b	2.0 d	2.7 c

Medias (n=4) acompañadas de la misma letra dentro de una columna no difieren estadísticamente, LSD Fisher ($p < 0.05$)

Los resultados evidencian efectos negativos de todos los curasemillas analizados sobre la sobrevivencia de los rizobios y su concomitante efecto en el crecimiento vegetal. En un cultivo que necesita del simbiote, como es la soja, se requiere mayor información que la disponible en nuestro país para ajustar la tecnología de protección de la semilla. Es necesario conocer la incidencia de plagas, para determinar la necesidad de utilizar curasemillas y seleccionar el adecuado para cada situación problema. Factores a considerar, entre otros, son la historia de la chacra (antecedentes de soja) y las condiciones ambientales. La tendencia actual hacia la preinoculación y a la inoculación “por encargo”, subraya la importancia de esta investigación, siendo ésta un área de constantes nuevos desarrollos. Los resultados aquí presentados remarcan la importancia de comprender el sistema, y reconocer que la suma de tecnologías no necesariamente resulta en beneficios cuando se desconocen las interacciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. LUPWAYI N.Z. et al. 2000. Inoculant quality and its evaluation. *Field Crops Res* 65:259-270
2. DEAKER, R., R. J. ROUGHLEY, AND I. R. KENNEDY. 2004. Legume seed inoculation technology - a review. *Soil Biol. Biochem.* 36:1275-1288.
3. STREETER, J.G. 2007. Factors affecting the survival of *Bradyrhizobium* applied in liquid cultures to soya bean [*Glycine max* (L.) Merr.] seeds. *J. Appl. Microbiol.* 103:1282-1290.
4. CATROUX, G., A. HARTMANN, AND C. REVELLIN. 2001. Trends in rhizobial inoculant production and use. *Plant Soil* 230:21-30.
5. CAMPO, R.J. 2006. Maximización da eficiencia de fixação simbiótica do N₂ (FBN) em soja, pelo aumento da competição e eficacia da bacteria inoculada, em relação a naturalizada no solo. En: Documentos 278, Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja 2004. O. Ferreira y R.M. Villas Boas de Campos (eds).
6. MUBEEN, F., M.A. SHIEKH, T. IQBAL, Q.M. KHAN, K.A. MALIK AND F.Y. HAFEEZ. 2006. In vitro investigations to explore the toxicity of fungicides for plant growth promoting rhizobacteria. *Pak. J. Bot.* 38:1261-1269.
7. AHMAD, M.S.A. et al. 2006. Effect of fungicide seed treatments on N₂-fixation and nodulation in pea, *Pisum sativum* L. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 77:896-904.

EFFECTO DE FUNGICIDAS Y MOMENTO DE APLICACIÓN EN LAS ENFERMEDADES DE FIN DE CICLO Y RENDIMIENTO EN SOJA

S. Martínez¹, F. Escalante²

PALABRAS CLAVE: *Cercospora kikuchii*, roya asiática, *Septoria glycines*

1. INTRODUCCIÓN

La amplia distribución del monocultivo de soja asociado a la siembra directa es reportada como una de las condicionantes del aumento en la incidencia de enfermedades de fin de ciclo (EFC) en este cultivo (Hartmann et al., 1999). Estas EFC son citadas como causantes de reducción de hasta un 30% del rendimiento y afectando la calidad de la semilla cosechada (Carmona et al., 2011). El período crítico para determinar el rendimiento en soja está comprendido entre R1 y R5-R6, con el intervalo entre R3 y R5.5 como el más sensible. El mantenimiento de un área foliar sana durante este período determina la cantidad de radiación interceptada y su expresión en el rendimiento (Kantolic y Slafer, 2007). Las EFC poseen largos períodos de incubación y la aparición de síntomas, generalmente en R6-R7, es muy tardía para decidir una aplicación de fungicidas. Previamente, se determinó una alta correlación entre la ocurrencia de lluvias (65-90 mm) entre R3 y R5 y la respuesta en rendimiento a la aplicación de fungicidas en esos momentos (Carmona et al., 2011). Sin embargo, en otros casos se ha reportado que no existe respuesta en el rendimiento a la aplicación de fungicidas preventivo (piraclostrobin) y curativo (tebuconazol), solos o en mezcla, en diferentes momentos fenológicos (R1, R3 y R5) ante bajas presiones de EFC (Swoboda y Pedersen, 2009).

En nuestras condiciones, en que el cultivo de soja empieza a expandirse en las planicies del Este, es esperable una baja incidencia en la ocurrencia de EFC por un bajo inóculo inicial. Por otra parte, la selección de cultivares aptos para esta zona con el período crítico R3 a R5 en meses con mayores precipitaciones históricas para evitar déficits hídricos (Castillo et al., 2013), sumado a la edafología particular de la zona, podrían ser condiciones predisponentes a una mayor ocurrencia de EFC.

El objetivo del trabajo fue evaluar la capacidad de control preventivo (R3) de EFC en soja con fungicidas mezcla de estrobilurinas y triazoles, el control en aplicación tardía (R5) y la respuesta al rendimiento de los tratamientos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en la UEPL, ensayo a largo plazo Arroz-Pastura-Otros cultivos. Fueron realizados ocho tratamientos de cuatro fungicidas (dos estrobilurinas x dos triazoles), aplicados en dos momentos (R3 y R5) y el testigo sin aplicación. Los tratamientos y dosis se muestran en el cuadro 1. El diseño fue en bloques al azar con cuatro repeticiones con parcelas de 5 líneas x 6,00 m. Las aplicaciones se realizaron con una barra horizontal de cinco boquillas con presión por gas carbónico. Estas fueron realizadas el 16/2 (R3) y 27/2 (R5). Desde R6 en adelante se realizaron muestreos y evaluación visual de las enfermedades foliares y el porcentaje de área foliar afectada. Previo a la cosecha se realizó un muestreo (2 x 1,00 m) por parcela para evaluar componentes del rendimiento y se cosecharon 4 m de las tres líneas centrales (4,80 m²).

Cuadro 1. Tratamientos realizados.

Tratamiento	Principio Activo	Momento	Dosis/ha
1	Trifloxistrobin 375 g/L+ Ciproconazole 160 g/L	R3	150 cc
2	Trifloxistrobin 375 g/L+ Ciproconazole 160 g/L	R5	150 cc
3	Tryfloxystrobin 100 g/L + Tebuconazol 200 g/L	R3	800cc
4	Tryfloxystrobin 100 g/L + Tebuconazol 200 g/L	R5	800cc
5	Azoxystrobin 250 g/L + Ciproconazol 100 g/L	R3	300 cc
6	Azoxystrobin 250 g/L + Ciproconazol 100 g/L	R5	300 cc
7	Azoxistrobín 150 g/L + Tebuconazol 250 g/L	R3	500 cc
8	Azoxistrobín 150 g/L + Tebuconazol 250 g/L	R5	500 cc
9	Testigo sin aplicación	0	0

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

² Téc. Agrop., INIA. Programa Arroz.

3. RESULTADOS

El rendimiento y componentes por tratamiento se presentan en el cuadro 2. No se encontraron diferencias en el rendimiento y las componentes de rendimiento, independientemente del tratamiento.

Cuadro 2. Rendimiento y componentes del ensayo.

Tratamiento	kg/ha	Chauchas/planta	Granos totales	Granos/chaucha	PMG
1	2884	27.0	1554.0	1.6	150.1
2	2934	23.9	1759.0	2.0	140.8
3	2806	25.5	1810.0	2.0	143.7
4	2911	22.3	1618.0	1.8	163.5
5	2866	23.3	1799.5	1.8	138.4
6	2761	25.0	1558.5	1.7	148.8
7	2944	25.8	1512.5	1.6	154.4
8	3020	22.7	1867.0	2.2	144.8
9	2806	23.3	1782.0	1.8	143.4
CV%	6,24	14,5	11,0	18,2	7,7
Sign Bloque	0,02	ns	ns	ns	ns
Sign Tratamiento	ns	ns	ns	ns	ns

Prueba aplicada Fisher al 0,05.

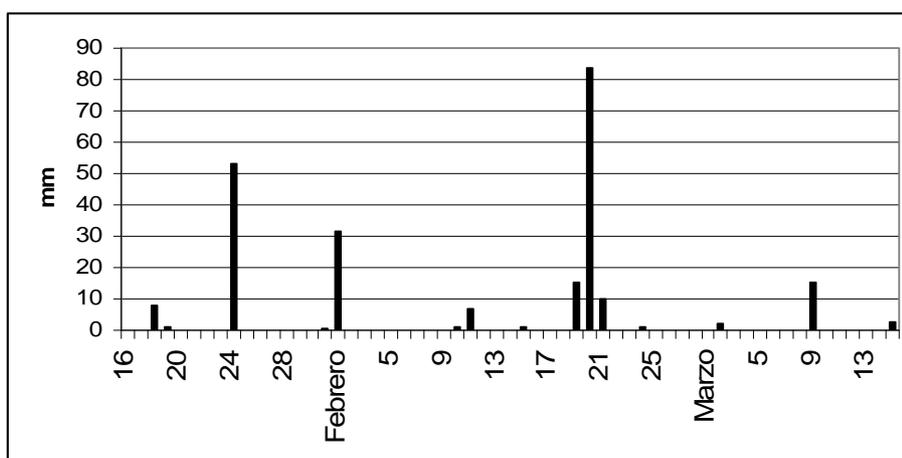


Figura 1. Precipitaciones (mm) en Paso de la Laguna, enero 15 a marzo 15 de 2013.

Estado sanitario del cultivo.

En R6 a R7 aparecieron manchas foliares en el cultivo asociadas a bacteriosis, *Cercospora kikuchii* y *Septoria glycines*, estos últimos, principales causantes de EFC en soja. Sin embargo, la ocurrencia no superó el 4% de área foliar afectada y con resultados muy variables que impiden un análisis estadístico. Más tarde, y solo en algunas parcelas, se detectaron pústulas de roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), con muy baja incidencia y tarde en la temporada como para causar mermas en el rendimiento. En el período entre R3 y R5, ocurridos entre el 12/2 y 28/2, aproximadamente, hubo en la UEPL precipitaciones cercanas a los 110 mm (Figura 1), por lo que las condiciones ambientales fueron predisponentes para la ocurrencia de EFC (Carmona et al., 2011).

3. CONCLUSIONES

El aumento en el área de cultivo de soja en planicies del Este en rotación con arroz y la implementación de medidas de manejo para optimizar los rendimientos en esta zona hacen que se busque incorporar información sobre la ocurrencia y manejo de enfermedades en este cultivo y para la zona en particular.

Las precipitaciones ocurridas entre R3 y R5 superaron el umbral necesario (110 mm) para garantizar la humedad necesaria para la infección de los patógenos causantes de EFC. A pesar de esto, no hubo respuesta en el rendimiento a la aplicación de fungicida por criterios fenológicos frente al control sin

tratar. Esta falta de respuesta está de acuerdo con la escasa incidencia en área foliar afectada encontrada, asociada a la baja ocurrencia de EFC en zonas sin mucha historia de cultivo de soja y con bajo inóculo potencial de estas enfermedades.

En el litoral Oeste del país, tampoco aparecen respuestas en rendimiento ante la aplicación de fungicidas para controlar las EFC, a pesar de una historia más larga de este cultivo y la consiguiente acumulación de inóculo en suelo y rastrojo (S. Stewart, com. pers.).

Asimismo, estos resultados están de acuerdo con reportes previos sobre la falta de respuesta en el rendimiento a la aplicación de fungicidas, independientemente del momento y del producto aplicado, en zonas con baja presión de las EFC (Swoboda y Pedersen, 2009).

Estos resultados deben ser ampliados y asociados a otras medidas de toma de decisión para las aplicaciones de fungicidas, medidas a ser ampliadas con un mayor conocimiento de la dinámica de las enfermedades de la soja para la zona de bajos cuando los criterios fenológicos y de umbral de precipitaciones no son aplicables al sistema.

4. BIBLIOGRAFÍA

CARMONA, M.; SAUTUA, F.; PERELMAN, S.; REIS, E. M.; GALLY, M. 2011. Relationship between late soybean diseases complex and rain in determining grain yield responses to fungicide applications. *Journal of Phytopathology* v. 159, p. 687-693.

CASTILLO, J.; BONILLA, F.; LUCAS, T.; AMARAL, R.; TERRA, J. 2013. La integración del cultivo de soja a la rotación arroz-pasturas en el este. *Revista Arroz* no. 73, p. 36-39.

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. 1999. *Compendium of Soybean Diseases*, Fourth Edition. APS Press.

KANTOLIC, A. G.; SLAFER, G. A. 2007. Development and seed number in indeterminate soybean as affected by timing and duration of exposure to long photoperiods after flowering. *Annals of Botany* v. 99, p. 925-933.

SWOBODA, C.; PEDERSEN, P. 2009. Effect of fungicide on soybean growth and yield. *Agronomy Journal* v. 101, p. 352-356.

CULTIVOS DE COBERTURA EN ESQUEMAS AGRÍCOLAS CON SOJA

RESULTADOS PRELIMINARES

J. Terra¹, W. Ayala², G. Cantou³, E. Barrios⁴, G. Cardozo⁵

PALABRAS CLAVE: Puentes verdes, soja

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la agricultura de secano ha pasado por un importante proceso de intensificación y expansión a nuevas áreas, con un rol preponderante del cultivo de soja en este proceso. Este esquema de producción marca interrogantes acerca de la sustentabilidad de los recursos naturales que se involucran. En este contexto, la inclusión de cultivos de cobertura en secuencias agrícolas representa una opción que permitiría reducir el tiempo en el que el suelo permanece descubierto, tratando de prevenir/reducir la erosión, actuando en la captura de nutrientes móviles o bien, incorporando nitrógeno al sistema por medio de fijación biológica (Ernst, 2004). Asimismo, los cultivos de cobertura permitirían mantener/incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo, mejorar la estructura del suelo y la infiltración del agua (Kindernecht *et al.*, 2004), así como contribuir al control de malezas, amortiguar la temperatura del suelo y la evapotranspiración entre otros. Estos experimentos se enmarcan dentro de un proyecto que busca , identificar opciones de cultivos de cobertura adaptadas a los suelos de la región Este, ajustar su manejo agronómico, cuantificar el impacto en las propiedades físico-químicas del suelo y la productividad posterior del sistema agrícola, entre otros aspectos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En dos sitios experimentales, uno en la Unidad Experimental “Palo a Pique” (UEPP) y el otro en un predio comercial en la localidad de Aramendía, 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 es de bloques al azar (RCB) y arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones en el caso de UEPP y dos repeticiones en Aramendía. 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; agua en el suelo, así como análisis de suelo para determinar C, N y propiedades físicas. En la primavera, se aplicó herbicida sobre los cultivos de cobertura y se estableció un cultivo de soja (Don Mario, Grupo 6.2) 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, en ambos sitios experimentales.

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	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

¹ Ph.D. INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. jterra@inia.org.uy

² Ph.D. INIA. Programa Pasturas y Forrajes. wayala@inia.org.uy

³ Ing. Agr. INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental gcantou@inia.org.uy

⁴ Téc. en Prod. Animal. INIA. Programa Pasturas y Forrajes. ebarrios@inia.org.uy

⁵ Ing. Agr. INIA. Programa Pasturas y Forrajes. gcardozo@inia.org.uy

Sitio 1 - UEPP

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, 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.

Sitio 2 - Aramendía

El potrero donde se estableció el ensayo tiene una secuencia de soja/trigo/soja previo a la siembra del cultivo de cobertura. Previo a la siembra se efectuó un análisis de suelo que determinó 5.3 ppm de fósforo (Met. Ácido cítrico), 2.1 meq Mg/100 g y 0.23 meq K/100 g. La siembra al voleo se realizó el 17/4/2012, para todos los materiales. La siembra en líneas se realizó con una sembradora de tipo experimental el 2/5/2012. No se incluyó para este sitio *Lupinus luteus* por no contar con suficiente semilla disponible. Para ambas situaciones se incluye un testigo sin incorporación de ninguna especie. La soja posterior al cultivo de cobertura fue sembrada el 10/12/12 y se cosechó el 9/5/2013.

3. RESULTADOS

Sitio 1

La producción de forraje se evaluó en tres momentos a partir de la siembra (26/6, 27/7 y 26/9), presentándose la contribución acumulada de cada especie (Cuadro 2). No se encontraron 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 tt de MS en el período considerado (Cuadro 2).

Cuadro 2. Contribución de los cultivos de cobertura al 26/9/2012 para todos los materiales y métodos de siembra evaluadas y posterior producción de soja en la Unidad Experimental Palo a Pique.

Tratamiento	Cultivo de cobertura	Cultivo de soja
	Producción de forraje (MS kg/ha)	Producción de grano (Grano kg/ha)
<i>Raphanus sativus</i> Brutus	8557 a	2690
<i>Raphanus sativus</i> Reset	6236 b	2537
<i>Raphanus sativus</i> CCS-779	6194 b	2537
<i>Lolium multiflorum</i> INIA Cetus	5381 bc	2742
<i>Avena strigosa</i> CALPROSE Azabache	8885 a	2750
<i>Trifolium vesiculosum</i> Sagit (Glencoe EC1)	2782 de	2743
<i>Vicia sativa</i> Barril	2508 e	2672
<i>Trifolium resupinatum</i> LE 90-33	3282 de	2614
<i>Lupinus luteus</i> Cardiga	7581	2648
<i>Trifolium alexandrinum</i> INIA Calipso	4246 cd	2803
<i>Trifolium subterraneum</i> Goulburn	2320 e	2569
Testigo	2709 de	2509
Al voleo	4996	2655
En línea	4659	2648
Método de Siembra	0.3188	0.9084
Especie	<0.0001	0.3463
Método de Siembra x Especie	0.6613	0.6398
MDS 0.05	899	273

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con $p=0.05$

Nota: no se incluyó en el análisis a *Lupinus luteus* Cardiga

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.

Sitio 2

La producción de forraje se evaluó en tres momentos a partir de la siembra (28/6, 02/08 y 20/9), presentándose la contribución acumulada de cada especie al último corte. La información se reporta en el cuadro 3; se presentan los promedios y desvíos para cada una de las variables consideradas, dado que este sitio incluyó únicamente dos repeticiones. La mayor producción del cultivo de cobertura se logró con avena, estando en un segundo nivel, el raigrás y los rábanos. Dentro de las leguminosas la más productiva fue Trébol alejandrino sembrado en líneas

Cuadro 3. Contribución de las especies sembradas al 20/9/2012 para todos los materiales y métodos de siembra evaluadas y posterior producción de soja en la localidad de Aramendía.

Tratamiento (cultivo de cobertura)	Cultivo de cobertura		Cultivo de soja	
	Producción de forraje (MS kg/ha)		Producción de grano (Grano kg/ha)	
	Voleo	Línea	Cult. de cobertura previo al Voleo	Cult. de cobertura previo en Línea
<i>Raphanus sativus</i> Brutus	5343±3459	4898±2263	2501±260	2418±700
<i>Raphanus sativus</i> Reset	3419±54	3644±1441	2108±74	1793±658
<i>Raphanus sativus</i> CCS-779	2953±235	3888±2656	2674±108	2965±212
<i>Lolium multiflorum</i> INIA Cetus	3620±17	4106±15	2274±246	2346±249
<i>Avena strigosa</i> CALPROSE Azabache	4812±811	6070±1453	2373±152	2295±552
<i>Trifolium vesiculosum</i> Sagit (Glencoe EC1)	2169±213	1902±292	3244±157	2320±18
<i>Vicia sativa</i> Barril	976±351	1793±622	2003± 35	2479±242
<i>Trifolium resupinatum</i> LE 90-33	1864±25	576±760	2408±293	2140±385
<i>Lupinus luteus</i> Cardiga	--	--	--	--
<i>Trifolium alexandrinum</i> INIA Calipso	1986±289	3711±697	2053±658	2369±384
<i>Trifolium subterraneum</i> Goulburn	1053±877	2047±233	2205±445	2346±311
Testigo	1463±110	1054±476	2243±92	2728±435
Media general ± desvío estandar (kg/ha)	2696±1469	3063±1707	2371±351	2382±298

Nota: no se incluyó en este sitio a *Lupinus luteus* Cardiga

La producción de soja promedio del ensayo se situó los 2376 kg/ha. En términos generales, no se observan mayores diferencias en el rendimiento del cultivo de soja como consecuencia del antecesor ni del método de siembra utilizado para la siembra de la cobertura.

4. CONCLUSIONES

En base a la información preliminar generada es posible mencionar:

- En general, la avena negra, el raigrás y los cultivares del género *Raphanus* se destacaron sobre el resto por su producción de materia seca. A nivel de las leguminosas *Trifolium alexandrinum* y *Lupinus luteus* resultaron las más destacadas.
- No se detectaron mayores diferencias en la producción total de forraje por los métodos de siembra/momentos empleados.
- El rendimiento del cultivo de soja no fue afectado por las diferentes alternativas de cultivo de cobertura estudiadas, independientemente de la historia previa del sitio.
- En base a los rendimientos de forraje en algunas de las situaciones evaluadas, se abren oportunidades a los efectos de integrar la utilización del forraje con animales.

4. AGRADECIMIENTO

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

5. BIBLIOGRAFÍA

ERNST, O. 2006. Efecto de una leguminosa invernal como cultivo de cobertura sobre rendimiento en grano y respuesta a nitrógeno en maíz sembrado sin laboreo. Agrocencia Vol. X No 1. pp. 25-35.

KINDERKNECHT, A., PAPANOTTI, O. y SALUZZIO, M. 2004. Estudio de la erosionabilidad de un suelo vertisol mediante el uso de un simulador de lluvia. Actas XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná. Entre Ríos.

POTENCIAL PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE SOJA SIN LIMITANTES DE AGUA

J.A. Terra¹, G. Cantou², M.Oxley², I.Furtado², A. Bordagorri², J. Sawchik²

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 están estancados en aproximadamente 2000 kg/ha desde hace una década, con un ligero incremento en las dos 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 zafa 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 zafa 2012-13 se instalaron experimentos idénticos en Treinta y Tres y La Estanzuela. El sitio de Treinta y Tres se encontraba sobre un Argisol Subéutrico con una pastura de Lotus maku desde 1996 que fue terminada con glifosato, nivelada con landplane y sembrada sin laboreo con raigrás en el otoño. El análisis de suelo (0-15 cm) previo a la siembra indicaba para el sitio un contenido de 19 g/kg de C orgánico, 5 ppm de P Bray, 6ppm de P Ac. Cítrico, 0.28 meq/100g de K intercambiable y 5.2 de pH.

En cada localidad se instalaron dos experimentos, uno con riego suplementario por aspersión y otro sin riego. Cada experimento consistió en un arreglo factorial de 4 grupos de madurez (GM) de soja y 4 poblaciones. Los GM fueron: Nidera 5009, Relmo 5500, Nidera 6126 y Don Mario 6.8i; mientras q las poblaciones objetivos consistieron en 20, 28, 36 y 44 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 el estado vegetativo o 40 mm durante la fase reproductiva del cultivo, o cuando se constataba que el contenido de agua en los primeros 45 cm del perfil se encontraba por debajo del 50% de la capacidad de almacenamiento de agua útil, que para este suelo es de unos 12mm/10cm.

La vegetación fue controlada con glifosato y dicamba (4 l/ha de GlifoWeed + 250 cc Bambel) el 5 de octubre y la siembra directa se realizó el 15 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 180 kg/ha de N₈-P₃₉-K₁₅ aplicado 50% en línea y 50% al voleo. Inmediatamente luego de la siembra se aplico glifosato (Roundup Full 3 l/ha) y metolaclor (1 l/ha Dual Gold). Al estado de V5 se aplicó 3 l/ha N-P-K + micro (ISUSA) y posteriormente en R3 fosfitos de potasio (ISUSA). El control de insectos (7), malezas (1) y enfermedades (3) subsiguientes se realizaron con el criterio de asegurar el control efectivo y minimizar las pérdidas de rendimiento por estas.

Las determinaciones incluyeron la recuperación de plantas luego de emergencia, contenido de agua gravimétrico en el suelo (0-45 cm), lamina de riego aplicada, estado fisiológico durante la estación de

¹ Ph.D. INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. jterra@inia.org.uy

² Ing. Agr. INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. gcantou@inia.org.uy

³ Aux. de Investig. Programa Sustentabilidad Ambiental

⁴ Ph.D. INIA. Programa Cultivos. jsawchik@inia.org.uy

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 (10 hileras x 20 m).

Las respuestas agronómicas fueron evaluadas con modelos mixtos (PROC MIXED, SAS) (Littell et al., 1996). La situación hídrica (riego vs secano), 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 570 mm (Fig. 1). Se registraron 4 eventos de lluvias mayores a los 80 mm, dos durante la etapa vegetativa, y otros dos durante la reproductiva, además de varios eventos menores en todas las décadas. A causa del régimen hídrico favorable, el experimento regado se le aplicó una lámina adicional de solo 100 mm distribuida en 9 riegos a lo largo del ciclo, 3 durante la fase vegetativa y 6 durante la reproductiva. Esto sobrepasa ampliamente los 450-500 mm de agua que la soja necesita durante su ciclo.

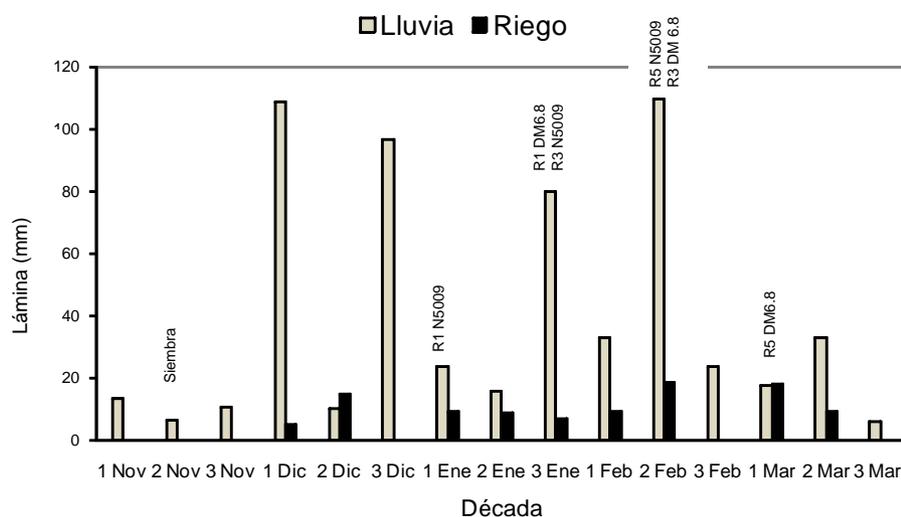


Figura 1. Precipitaciones durante el ciclo de la soja y lámina aplicada en el experimento regado.

No se observaron efectos significativos del riego suplementario sobre el rendimiento de soja (Cuadro 1); sino más bien una tendencia a deprimir los rendimientos principalmente en el grupo más corto (N5009). Las interacciones entre régimen hídrico y GM y entre GM y densidades no fueron significativas. La mayor productividad global se alcanzó con el GM más largo (DM 6.8) y con el más corto (N5009) en ambas situaciones; solo en el experimento bajo riego el rendimiento de este fue significativamente mayor a la del GM más corto.

Cuadro 1. Rendimiento de 4 grupos de madurez y 4 poblaciones de soja en dos regímenes hídricos.

Grupos Madurez/Densidad	20 pl/m ²	28 pl/m ²	36 pl/m ²	44 pl/m ²	Media
-----kg/ha-----					
SECANO					
DM 6.8	4200	4460	4280	4380	4330a
N6126	3780	4270	4040	3910	4000b
RM55	3970	3980	4040	4150	4030b
N5009	4010	4140	4440	4450	4260a
Media	3990B	4210A	4200A	4220A	4160
RIEGO					
DM 6.8	4150	4040	4310	4210	4180a
N6126	3760	3740	3810	3810	3780b
RM55	3560	3720	3760	3770	3705b
N5009	3840	3860	3930	4140	3940ab
Media	3790B	3840AB	3950AB	3980A	3900

Esto sugiere un efecto depresivo del riego en este cultivar por exceso de agua en el suelo debido a condiciones intermitentes de anaerobiosis durante el periodo crítico de R3-R5. Casi todos los GM mostraron una tendencia a menor rendimiento en la densidad más baja de 20 pl/ha comparada con la densidad de 36 y 44 pl/m², en ambos regímenes hídricos.

El contenido de agua del suelo (0-30 mm) durante el ciclo del cultivo solo fue limitante durante un par de semanas en enero que fue lo más cercano al punto de marchitez permanente para este suelo (8% agua gravimétrica) en la zafra. En el resto del ciclo el contenido de agua del suelo estuvo por encima de 50% de agua disponible. No se observaron tendencias claras entre experimentos, GM y densidades.

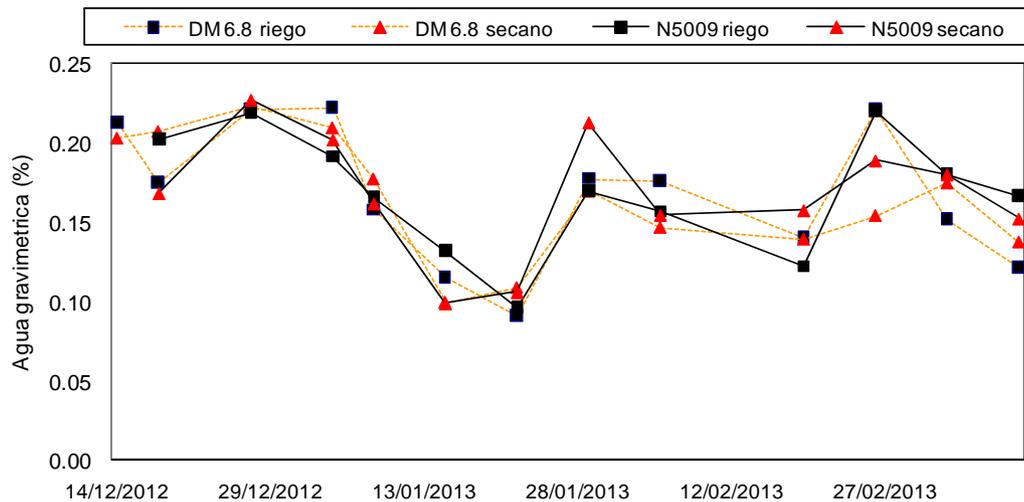


Figura 2. Contenido de agua gravimétrico del suelo (0-30 cm) entre situaciones de riego y secano en dos grupos de madurez de soja.

Los componentes de rendimiento debido a la alta productividad no logran explicar claramente la escasa diferencia absoluta de rendimientos entre tratamientos. La densidad de plantas obtenidas a cosecha fue de 21, 27, 29 y 32 pl/m² en los tratamientos de densidades crecientes. La mayor cantidad de chauchas/planta fue observada en N5009 (66) y la menor en DM 6.8 (55), aunque se recuperaron en promedio 3 pl/m² adicionales en DM 6.8 respecto a N5009. La mayor cantidad de granos/chaucha fue observada en N5009 (1.97) y la menor en RM55 (1.80). El peso de mil granos en DM 6.8 y N5009 (148g) fue un 30% y un 8% superior al de N6126 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 inmejorable desde el punto de vista climático para el cultivo en la región. Por tanto, se especula que la productividad fue cercana al potencial de rendimiento de los distintos materiales. Seguramente, con un régimen de precipitaciones menos favorable en los próximos años del experimento, se podrá observar un mayor impacto sobre el rendimiento y componentes de las variables incluidas que permita ajustar modelos de crecimiento del cultivo.

4. BIBLIOGRAFÍA

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