

Jia Y, Bryan GT, Farrall L, Valent B. 2003. Natural variation at the *Pi-ta* rice blast resistance locus. *Phytopathology* 93:1452-1459.

Livore AB *et al.* 2005. Desarrollo de una Estrategia para la Obtención de Resistencia Durable a *Pyricularia grisea* en Arroz en el Cono Sur. Informe Técnico Final. Proyecto Fontagro - Convenio IICA-BID FTG/99-02-RG.

Martínez S, Pérez de Vida F, Blanco P, Molina F, Casales L, Escalante F. 2011. Evaluación de resistencia a *Pyricularia oryzae* en vivero en la zafra 2010-2011 en Uruguay. *SAD* 651(4): 1-3.

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

Rosas J, Bonnacarrere V, Pérez de Vida. Retrocruzadas asistidas por marcadores moleculares para incorporación de resistencia a *Magnaporthe grisea* en variedades de arroz. 2ª Jornada Bianual de Fitopatología, Resúmenes, p 44.

Zeigler RS. 1998. Recombination in *Magnaporthe grisea*. *Annual Review of Phytopathology* 36:249-75

IDENTIFICACIÓN DE NUEVOS GENES DE RESISTENCIA *Pi* A BRUSONE EN URUGUAY

S. Martínez ^{1/}, F. Escalante ^{1/}

INTRODUCCIÓN

El brusone o quemado del arroz, causado por *Pyricularia oryzae* es una de las enfermedades más destructivas del cultivo de arroz en el mundo.

La incorporación de resistencia genética a los cultivares más utilizados es la opción más viable económicamente y más segura ambientalmente para el control de esta enfermedad. Esta resistencia es otorgada por genes mayores de resistencia *R* que brindan protección completa contra determinadas razas del patógeno, o genes menores que actúan conjuntamente para otorgar resistencia parcial cuantitativa (Sharma *et al.*, 2012).

Actualmente son conocidos unos 100 genes mayores *R* de resistencia a *P. oryzae* que son utilizados en programas de mejoramiento (Sharma *et al.*, 2012), sin embargo, este tipo de resistencia es quebrada en algunas oportunidades debido al cultivo intensivo de algunas variedades y la presión de selección que se ejerce produciendo nuevas razas virulentas del patógeno.

Las estrategias para el manejo de resistencia durable en el control de *P. oryzae* incluyen acumular varios genes de resistencia mayores *R*, genes de resistencia parcial o una combinación de genes *R* y genes de resistencia parcial en diferentes variedades. Existe una necesidad constante por identificar nuevos genes *R* y de resistencia parcial a las razas actuales de *P. oryzae* en materiales de arroz con el objetivo de incorporar esos nuevos genes de resistencia a los nuevos materiales.

Estudios previos indican que la incorporación por piramidación (acumulación) de los genes *Pi1*, *Pi2* y *Pi33* a los nuevos materiales en cruzamientos dirigidos proveen de resistencia duradera a los linajes actualmente existentes de *P. oryzae* en Uruguay y parte de Sudamérica (Livore *et al.*, 2005).

Sin embargo, es deseable obtener conocimiento sobre nuevos genes de resistencia que puedan ser utilizados

solos o en combinación y que permitan ampliar la base genética de resistencia de los futuros cultivares.

El objetivo del presente trabajo fue identificar nuevos genes de resistencia a *P. oryzae* a partir de diferenciales con genes de resistencia conocidos en vivero de infección.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales evaluados consistieron de líneas isogénicas (con uno o dos genes de resistencia), cultivares y líneas monogénicas con genes de resistencia conocidos. El primer grupo consistió de 24 líneas obtenidas del CIAT, líneas experimentales internacionales y algunos cultivares para los cuales se conocen los genes que otorgan resistencia a *Pyricularia oryzae*. El segundo grupo consistió de 32 líneas monogénicas obtenidas del IRRRI - JIRCAS para su evaluación a la respuesta del patógeno en Uruguay (Hayashi y Fukuta, 2009).

Las líneas y testigos fueron sembradas en el vivero de evaluación de susceptibilidad a *Pyricularia oryzae* en la UEPL.

Fueron sembrados los canteros con materiales propagadores susceptibles (cv. Fanny) en fajas el 23 de diciembre de 2010 y entre el 7 y 11 de enero de 2011 con las diferentes líneas a evaluar en forma perpendicular y con 6 cm de separación entre ellas. Se sembraron los testigos Fanny y LTH en los bordes del ensayo.

Para favorecer el desarrollo foliar se incorporaron altos niveles de N en las fajas (18-46, 150 kg/ha) y los canteros (18-46, 120 kg/ha).

Los canteros, con las fajas y líneas experimentales, fueron cubiertos por túneles plásticos y regados diariamente por aspersión. Todo el vivero se cubrió con mallas y se rodearon con cortinas de vegetales (maíz). Estas medidas se realizaron para disminuir la insolación y mantener una temperatura y humedad para favorecer la infección natural.

^{1/} INIA Treinta y Tres

El 14 de marzo fueron inoculadas artificialmente con cuatro cepas de *Pyricularia oryzae* aisladas de El Paso 144, INIA Olimar e INIA Tacuarí (2) que representan a los dos linajes de este patógeno prevalentes en el país. Para ello se multiplicaron colonias en placas de Petri con agar salvado de arroz al 2% en el laboratorio durante dos semanas a 28°C y oscuridad permanente. Cuando las colonias cubrieron el medio las placas se expusieron a la luz natural por cinco días para favorecer su esporulación. El micelio fue colectado, diluido en agua destilada y filtrado conjuntamente para las cuatro cepas. Se agregó 0,4% de gelatina a la solución para favorecer la adhesión de conidias a la planta. La solución fue asperjada inmediatamente con un aspersor manual sobre las líneas en evaluación.

La lectura de síntomas se realizó en forma temprana (Infección natural), tardía, 20 días posterior a la inoculación y en cuello de panojas luego de la maduración de estas o a fin de ciclo.

La lectura de síntomas fue realizada según los lineamientos de *Standard Evaluation System* del IRR (IRRI 2002).

En breve, para infección foliar:

- 0 = sin síntomas;
- 1 = pequeñas manchas marrones del tamaño de la cabeza de un alfiler;
- 2 = manchas marrones más grandes;
- 3 = manchas grisáceas de redondas a ovaladas de 1 a 2 mm de diámetro;
- 4 = lesiones típicas, de 1 a 2 cm de longitud cubriendo menos del 4% del área foliar;
- 5 = lesiones típicas que afectan hasta el 4 al 10% del área foliar;
- 6 = lesiones típicas que afectan hasta el 11 al 25% del área foliar;
- 7 = lesiones típicas que afectan hasta el 26 al 50% del área foliar;
- 8 = lesiones típicas que afectan hasta el 51 al 75% del área foliar;
- 9 = lesiones típicas con cerca del 100% del área foliar afectada.

Para lesiones en cuello de panoja se evaluaron las lesiones necróticas oscuras de acuerdo al porcentaje de cuellos afectados:

- 0 = Sin incidencia.
- 1 = <5%,
- 3 = 5 – 10%,
- 5 = 11 – 25%,
- 7 = 26 – 50%,
- 9 = > 50%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la pasada zafra se logró un alto porcentaje de infección natural que permitió evaluar las diferentes líneas de acuerdo a su respuesta al inóculo presente en la región.

En las 56 líneas evaluadas 30 demostraron tener resistencia a brusone en etapas tempranas de infección (Cuadro 1). Dentro de éstas se confirma la respuesta de aquellos cultivos que poseen los genes *Pi2* y *Pi33*,

previamente identificados, como de interés para incorporar resistencia duradera a brusone en el Cono Sur (Livore et al., 2005). Sin embargo, la respuesta fue diferente según la línea evaluada, lo que evidencia la existencia de diferentes alelos y genes asociados dependiendo del origen o parentales utilizados para incorporar los genes *R* a estas líneas. Las líneas con genes *Pia*, *Pik*, *Pita* y *Pita2*, mostraron una respuesta diferente según el material del que provienen, incluso en materiales monogénicos.

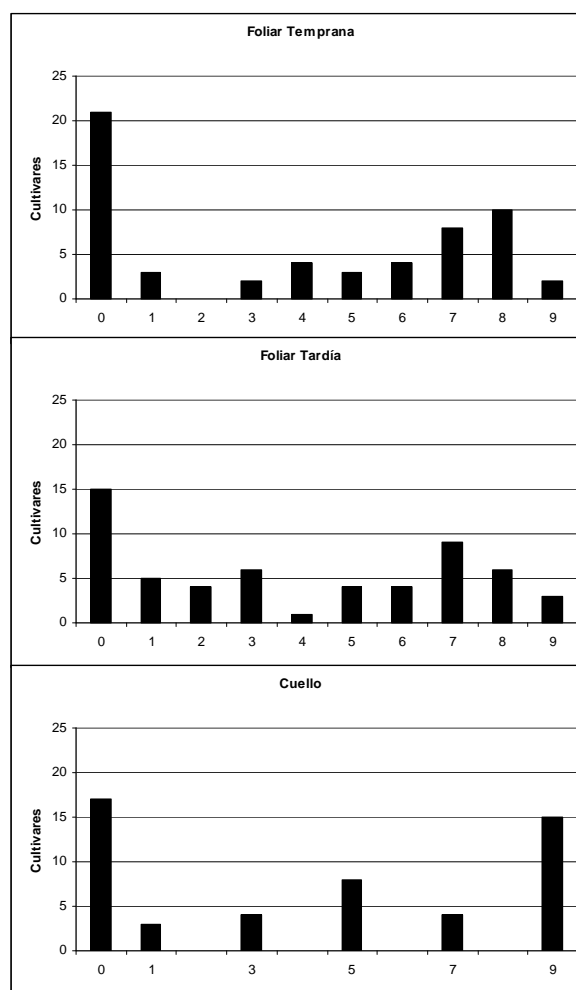


Figura 1. Distribución del número de líneas según respuesta a *Pyricularia* en tres momentos de evaluación.

En lectura tardía, aproximadamente el mismo número de líneas mostró reacciones de resistencia a *Pyricularia*, pero aumentando el grado hacia reacciones de resistencia (mancha tipo 2 y 3) o en algunos casos, como *Pi12*, por una recuperación de las plantas a las lesiones iniciales tipo 4 de *Pyricularia* (Cuadro 1).

Las líneas que mostraron reacciones de resistencia en lectura temprana mostraron respuestas de resistencia en la lectura tardía, aunque algunas aumentaron el grado a reacciones de sensibilidad (Cuadro 1). La excepción fueron Toride 1 y CT 13432-55, que variaron de baja susceptibilidad a reacciones de resistencia.

Cuadro 1. Respuesta a la infección por *Pyricularia oryzae* en hoja y cuello de las diferentes líneas evaluadas.

N°	Diferencial	Línea	Gen	Foliar Temprana	Foliar Tardía	Cuello
1	Diferencial	AICHI ASAHI	Pia	1	1	0
2	Diferencial	C 101 A51	Pi2	0	0	0
3	Diferencial	C 101 LAC	Pi1, Pi33	0	2	0
4	Diferencial	C 101 PKT	Pi4a	6	6	9
5	Diferencial	C 104 LAC	Pi1	7	6	7
6	Diferencial	C 104 PKT	Pi3	0	5	9
7	Diferencial	C 105TTP-4 (L23)	Pi4b	0	1	7
8	Diferencial	CT 13432-219	Pi2	0	0	5
9	Diferencial	CT 13432-267	Pi2	0	2	3
10	Diferencial	CT 13432-33	Pi33	0	1	3
11	Diferencial	CT 13432-55	Pi33	5	3	3
12	Diferencial	F128-1	Pita2	7	7	NF
13	Diferencial	F129-1	Pikp	7	7	9
14	Diferencial	F98-7	Pikm	8	8	1
15	Diferencial	K3	Pikh	4	3	1
16	Diferencial	K60	Pikp	5	5	9
17	Diferencial	KANTO 51	Pik	0	0	0
18	Diferencial	NATO	Pii	0	3	0
19	Diferencial	OU 244	Piz	0	2	0
20	Diferencial	RICO 1	Piks	1	0	0
21	Diferencial	TETEP	Pikh	0	0	0
22	Diferencial	TORIDE 1	Pizt	5	3-4	5
23	Diferencial	TSUYUAKE	Pikm	0	0	5
24	Diferencial	ZENITH	Piz, Pia	0	0	0
25	IRRI1	IRBLA-A	Pia	8	7	1
26	IRRI2	IRBLA-C	Pia	9	9	NF
27	IRRI3	IRBLI-F5	Pii	0	1	0
28	IRRI4	IRBLKS-F5	Piks	7	8	9
29	IRRI5	IRBLKS-S	Piks	4	2	0
30	IRRI6	IRBLK-KA	Pik	8	9	MUERTA
31	IRRI7	IRBLKP-K60	Pikp	8	5	9
32	IRRI8	IRBLKH-K3	Pikh	6	6	9
33	IRRI9	IRBLZ-FU	Piz	3	3-4	5
34	IRRI10	IRBLZ5-CA	Pi2	0	0	0
35	IRRI11	IRBLZT-T	Pizt	8	8	9
36	IRRI12	IRBLTA-K1	Pita	0	0	0
37	IRRI13	IRBLTA-CT2	Pita	8	7	5
38	IRRI14	IRBLB-B	Pib	8	8	9
39	IRRI15	IRBLT-K59	Pit	7	7	9
40	IRRI16	IRBLSH-S	Pish	3	3-4	5
41	IRRI17	IRBLSH-B	Pish	0	0	5
42	IRRI18	IRBL1-CL	Pi1	8	7	MUERTA
43	IRRI19	IRBL3-CP4	Pi3	1	1	0
44	IRRI20	IRBL5-M	Pi5	0	0	0
45	IRRI21	IRBL7-M	Pi7	9	9	MUERTA
46	IRRI22	IRBL9-W	Pi9	0	0	5
47	IRRI23	IRBL12-M	Pi12	4	0	3
48	IRRI24	IRBL19-A	Pi19	7	7	7
49	IRRI25	IRBLKM-TS	Pikm	7	7	9
50	IRRI26	IRBL20-IR24	Pi20	6	6	9
51	IRRI27	IRBLTA2-PI	Pita2	4	4	7
52	IRRI28	IRBLTA2-RE	Pita2	0	0	0
53	IRRI29	IRBLTA-CP1	Pita	8	8	9
54	IRRI30	IRBL11-ZH	Pi11	6	5	NF
55	IRRI31	IRBLZ5-CA(R)	Pi2	0	0	0
56	IRRI32	LTH	0	7	7	9
57	Testigo	Fanny	0	8	8	9

Las lecturas en cuello tuvieron una distribución más homogénea con lecturas bajas (0) y altas como predominantes, aunque 24 líneas fueron resistentes para el ataque en cuello (Figura 1). Las líneas con lecturas altas foliares, tanto tempranas como tardías, murieron o no florecieron en el período. La mayoría de las líneas que demostraron resistencia en hoja, también fueron resistentes en cuello con las excepciones de *Pi2*, *Piz*, *Pish*, *Pi3*, *Pi9* y *Pita2*, aunque la respuesta varió según el origen de las líneas. El caso opuesto fue más raro y solo el gen *Pia* otorga mayor resistencia en cuello que foliar.

Este es el primer trabajo en la búsqueda de genes resistentes a las razas de *Pyricularia oryzae* actualmente presentes en Uruguay y que complementado con pruebas de patogenicidad busca identificar genes de interés para incorporar a líneas de mejoramiento genético en arroz. En este primer trabajo son identificadas unas 15 líneas con más de 10 genes capaces de otorgar resistencia foliar y en cuello en plantas de arroz, incluyendo genes poco estudiados como *Pi5* y *Pi12*.

La observación de estas líneas a lo largo de zafas permitirá detectar aquellos genes que provean de

suficiente resistencia cuantitativa a las razas de *Pyricularia* presentes en el país.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Ana Pereira por la lectura y sugerencias sobre este manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hayashi, N., Fukuta, Y. (2009). Proposal for a new system of differentiating races of blast (*Pyricularia oryzae* Cavara) by using LTH monogenic lines in rice (*Oryza sativa* L.). JIRCAS Working Report N° 63.

Livore, AB et al. 2005. Desarrollo de una Estrategia para la Obtención de Resistencia Durable a *Pyricularia grisea* en Arroz en el Cono Sur. Informe Técnico Final. Proyecto Fontagro - Convenio IICA-BID FTG/99-02-RG.

Sharma TR, Rai AK, Gupta SK, Vijayan J, Devanna BN, Ray S. 2012. Rice Blast Management through Host-Plant Resistance: Retrospect and Prospects. Agric Res 1(1):37-52.

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE BRUSONE (*Pyricularia oryzae*) EN ARROZ.

S. Martínez ^{1/}, F. Escalante ^{1/}

INTRODUCCIÓN

Durante la pasada zafra se retomó el ensayo de evaluación de fungicidas foliares para el control de brusone (*Pyricularia oryzae*) en chacras comerciales, ensayo convenido entre el INIA Treinta y Tres y las empresas de agroquímicos interesadas y según propuesta de técnicos y empresas.

El último ensayo de este tipo se había establecido previamente en la zafra 2009-2010 con la evaluación de 22 tratamientos (Ávila et al., 2010).

En la última reunión de técnicos de INIA y empresas de agroquímicos en setiembre de 2011, se estableció como prioridad la evaluación de nuevos productos y combinaciones de ingredientes activos para el control de Brusone en aplicaciones simples o en secuencias.

En el protocolo acordado se finalizó estableciendo las siguientes condiciones de interés para esta evaluación:

a) Ensayo:

Se propuso la elección de un área posible, sobre suelos más livianos, manejada con mayores niveles de fertilización nitrogenada y en chacra de productor comercial.

^{1/} INIA Treinta y Tres

b) Momentos de aplicación:

Primer momento: embarrigado.

Segundo momento: entre 15 y 30 días después de la primera aplicación.

Criterio de la segunda aplicación: Entre los 15 y 30 días post primera aplicación se realizarán lecturas, de acuerdo a las condiciones ambientales predisponentes para la enfermedad y se definirá la segunda aplicación cuando se alcance el 10% de área foliar afectada en el testigo. De lo contrario, la segunda aplicación se realizará a los 30 días después de la primera.

En el ensayo se estableció considerar un margen de error de $\pm 5\%$ para no modificar las dosis solicitadas al ser presentadas en las publicaciones. Cuando el error sea superior al 5% pero inferior al 10% con respecto a las dosis pretendidas, se publican las dosis reales utilizadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el mes de enero se localizó una chacra en la zona de La Charqueada (Treinta y Tres) con ataque de *Pyricularia* en hojas en las taipas y manchas foliares en aproximadamente 0,2% del área foliar.