

Nº. 6 Febrero 1996

INIAP

REVISTA INFORMATIVA DEL INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO
DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Híbridos de arroz

Biotecnología

**Leguminosas
forrajeras**

**Monitoreo
de mosca en soya**

**• Nuevas variedades
de papa**

ECUADOR

EVOLUCION GENETICA DE VIRULENCIAS DE ROYA AMARILLA DEL TRIGO EN ECUADOR

Ochoa José*
Louwers Jouselin**
Broers Leon***



Roya amarilla en cultivo de trigo.

INTRODUCCION

En Ecuador, el trigo es cultivado sobre los 2.500 m s n m en sistemas de cultivo donde se involucran un número considerable de variedades y muchas veces mezclas de éstas. En las áreas trigueras del país, las condiciones climáticas de temperatura, precipitación y humedad relativa son ideales para el desarrollo de roya amarilla. En variedades susceptibles los niveles de severidad y pérdida de rendimiento pueden alcanzar el 100% y 72% respectivamente (INIAP-1992).

En el país la resistencia genética a roya amarilla del trigo ha sido insuficiente. Las variedades modernas de trigo liberadas hasta el momento presentan niveles de susceptibilidad inadecuados para su cultivo. La adaptabilidad del patógeno a nuevos factores de resistencia es explicada por mutaciones (Stubbs 1985), o por recombinaciones somáticas (Goddard, 1976). Además, la variabilidad de genotipos de trigo cultivados y las condiciones climáticas adecuadas para la enfermedad crean un ambiente propicio para que se establezcan niveles de variabilidad genética flexibles del patógeno, hipótesis que fue planteada en este estudio para explicar la inestabilidad de la resistencia a ésta enfermedad.

Con el objeto de analizar la evolución del patógeno y describir la situación actual de las virulencias de roya amarilla, se estudió una colección de 40 aislamientos de roya amarilla de diferentes zonas productoras de trigo del país.

Materiales y Métodos

Se muestrearon al azar 18 aislamientos de roya amarilla en las principales zonas productoras de trigo y 22 aislamientos de ensayos trampa de roya amarilla establecidos en Eloy Alfaro (Carchi), Cutuglagua (Pichincha) y Olmedo (Pichincha). El estudio se realizó en el Instituto de protección de Plantas (IPO) Wageningen, Holanda, en 1991. En la identificación de razas fisiológicas se utilizaron 8 variedades diferenciales del juego mundial, 8 variedades diferenciales del juego Europeo y 5 variedades diferenciales suplementales.

Los aislamientos de roya amarilla se manipularon en base a la metodología propuesta por Stubbs (1988).

* Departamento Nacional de Protección Vegetal, Estación Experimental Santa Catalina. Instituto nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador.

** Departamento de Resistencia. Instituto de Protección de Plantas (IPO). Wageningen. Holanda.

*** Programa de Trigo. CIMMYT. México.

Las diferenciales se desarrollaron en cámaras de crecimiento con un régimen de 16 horas luz a 18°C y 8 horas de obscuridad a 15°C. La humedad relativa fue de 70%. La inoculación se realizó a los 10 días de la siembra asperjando uradós-poras diluídas en aceite mineral Soltrol. La evaluación de la enfermedad se realizó utilizando la escala 0-9 propuesta por Mc Neal et. al. (1971). Valores de 0-6 fueron considerados resistentes y valores de 7-9 susceptibles. La identificación de las razas fisiológicas fue realizada utilizando la metodología del número decanario propuesto por Jhonson et al. (1972).

Resultados

Se identificaron 21 razas fisiológicas, lo que representa un promedio aproximado de 1 raza por cada 2 muestras analizadas. Las razas 66E64, 66E0, 70E0 y 14E78 fueron las más frecuentes. Virulencias para los genes de resistencia Yr2, Yr7, YrA+, Yr6, YrSU se identificaron en más del 50% de las razas. Virulencia para los genes YrSP, Yr7+, Yr3V, Yr6+, Yr1, Yr2+ y YrSD también estuvieron presentes. No se observó virulencias para el resto de genes involucrados en el análisis, (Cuadro 1).

En Santa Catalina se identificaron

Cuadro 1. Diferenciales de roya amarilla de trigo, composición genética y frecuencias de virulencias presentes en una colección ecuatoriana de roya amarilla estudiada en 1991.

Diferenciales roya amarilla	Genes Yr	Frecuencia %	Diferenciales roya amarilla	Genes Yr	Frecuencia %
Kalyansona	2	97,5	Chinese 166	1	10,0
Lee	7	87,5	Heines VII	2+	5,0
Anza	A+	85,0	Stribe Dickkopf	SD	2,5
Heines Kolben	6	67,5	Federation/Kavkasa	9	0,0
Suwon 92/Omar	SU	57,5	Clement	9+	0,0
Spalding Prolific	SP	45	Moro	10	0,0
Reichersberg 42	7+	42,5	Carstein V	CV	0,0
Vilmorin 23	3V	32,5	Compair	8	0,0
Heines Peko	6+	22,5	Hybrid	4+	0,0

Cuadro 2. Razas fisiológicas de roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), colectadas en un ensayo trampa en diferentes variedades en tres sitios de Ecuador.

Razas roya amarilla	Factores de Virulencia	Variedades muestreadas		
		Sta. Catalina Pichincha	Olmedo Pichincha	Eloy Alfaro Carchi
66E0	7, SO, 2, A	Chimborazo Zipa		
70E0	7, 6, SO, 2, A.	Sangay	Altar, Bonza	
70E64	7, 6, SO, SP, 2, A	Altar		
70E8	7, 6, SO, 3+, 2	No conocido		
64E0	SO, A		Samaca	
68E0	6, SO, 2, A		Sugamuxi	
14E74	7, 6, 3+, 2, A		Comino	
70E10	7, 6, SO, 7+, 3+, 2, A		Barba-Blanco	
14E142	7, 6, 3, 7+, 6+, 3+, 2+, 2, A		Bonza 55	
14E78	7, 6, 3+, 7+, 6+, 3+, SP, 2, A		Atacazo No conocido	
15E14	1, 7, 6, 3+, 7+, 6+, 3+, 2, A		Tungurahua	
64E0	SO, 2, A			Napo Romero, Rumiñahui
66E64	7, SO, SP			No conocida
66E0	7, SO, 2			Toca
6E78	7, 6, 7+, 3+, SP, 2, A			
15E74	1, 7, 6, 3+, V, 7+, 3+, ND, SP, 2, A			Amazonas Cotopaxi
15E78	1, 7, 6, 3+, 7+, 6+, 3+, SP			

las razas 66E0, 70E0, 70E64 y 70E8. En Olmedo se identificaron las razas 64E0, 68E0, 14E74, 70E10, 74E142, 14E78 y 15E14. En Eloy Alfaro se identificaron las razas 64E0, 66E64, 66E0, 6E78, 15E74 y 15E78, (Cuadro 2). En cada sitio se observó una estrecha relación evolutiva entre razas.

Discusión

La frecuencia de una raza por cada dos muestras analizadas demuestra los altos niveles de variabilidad del patógeno presentes en el país. Comparando estos resultados con estudios similares (INIAP- 1974 - 1977 y Stubbs 1988), se observa diferentes patrones y frecuencias de virulencias, sugiriendo una gran variabilidad y flexibilidad en la evolución del patógeno. En los años 70 fueron identificadas razas simples (0E0, OE2, OE32, OE34, 8E6, 64E0, 66E0) (INIAP, 1974). Al momento, las razas predominantes no son muy complejas (66E64, 66E0, 70E0), aunque también se identificaron razas complejas (15E14, 15E78); razas simples (64E0, 32E0) se encontraron en menor frecuencia. Estos resultados sugieren que la evolución del patógeno no está solo relacionada

con el incremento en número de virulencias, sino también con una combinación flexible de ellas, fenómeno que puede estar relacionado con la teoría de selección de estabilidad propuesta por Van Der Plank (1968).

Virulencias para los genes Yr2, Yr3V, Yr6, Yr7 and YrA+ son muy frecuentes. Estos genes de resistencia han sido postulados en líneas del CIMMYT por Babedo et al (1990) y Dubin et al (1989), lo que sugiere una evolución paralela de la población de roya amarilla con la introducción de genes de resistencia en las variedades de trigo. Así, la virulencia para el gen Yr1 fue encontrada por primera vez en este estudio; lo más probable es que debido a la liberación de la variedad INIAP- Cotopaxi, portadora de este gen (Ochoa, dato no publicado), se generó esta virulencia.

Virulencias para los genes Yr4+, Yr9, Yr9+ y YrCV reportados anteriormente no fueron encontrados en éste estudio. El gen de resistencia Yr9 está presente en el material germoplásmico de trigo del CIMMYT. La ausencia de virulencia para este gen no es sorprendente y puede deberse a que en el muestreo no fueron incluidas líneas que porten este gen.

La variación en razas fisiológicas entre y dentro de los tres sitios analizados (Eloy Alfaro, Cutuglagua y Olmedo) (Cuadro 2), demuestra la flexibilidad del patógeno y la importancia de los componentes de resistencia de las variedades en la evolución del patógeno. En los tres sitios la diferencia entre razas fisiológicas fue muy simple, variando generalmente en una sola virulencia. Por ejemplo, en Eloy Alfaro las razas 66E0 y 66E64 lo más probable es que se originan en la raza 64E0. Situación similar se observó en los demás sitios (Cuadro 2). Esto su-

giere una activa evolución del patógeno durante el ciclo de cultivo. Mutaciones simples parece ser la principal explicación de la variación encontrada en los tres sitios. Stubbs (1985) encontró mutaciones frecuentes para las virulencias Yr1, Yr2, Yr3 y Yr7, virulencias mayormente involucradas en las razas identificadas en este estudio.

La evolución de las razas fisiológicas observada en los tres sitios estudiados puede ilustrar una situación similar en todo el país, donde una considerable variabilidad de genotipos son cultivados durante todo el año bajo condiciones favorables para la enfermedad, situación que puede explicar la estabilidad de la variabilidad genética de roya amarilla.

Genes mayores de resistencia a roya amarilla son vulnerables en condiciones prevalentes en Ecuador. Además, la gran variabilidad del patógeno hace difícil la evaluación de nuevos genes de resistencia por los métodos convencionales de mejoramiento, por lo que se recomienda buscar nuevas fuentes de resistencia de tipo duradero. Johnson (1988), Broers (1993) y Danial (1993) describen resistencia duradera en algunas zonas donde la roya amarilla es una enfermedad importante. Además se sugiere utilizar algunas fuentes de resistencia de tipo duradero observadas en algunas variedades cultivadas de Ecuador. Broers and Danial (1994) reportan a las variedades "Amazonas" y "Altar 82" con niveles aceptables de resistencia. "Altar 82" además de presentar una tasa reducida de desarrollo de la enfermedad posee también rendimientos aceptables (INIAP 1992).

BIBLIOGRAFIA

Babedo, A. Stubbs, R.W., Van Ginkel, M., Gebeyehu., (1990). Identification of resistance genes to *Puccinia stri-*

iformis in seedling in Ethiopian and CIMMYT bread wheat varieties and lines. Neth J. Pl. Path. 96: 199-210.

Broers, L.H.M., (1993). Breeding for partial resistance in wheat to stripe rust. In: Th. Jacobs and J.E. Parlevliet (Eds.). Durability of Disease Resistance. 179-183. Kluwer academic Publishers. The Netherlands.

Broers, L.H.M., and Danial, D.L., (1994). Stability of resistance to yellow rust in spring bread wheat: field observations at three highland locations. Thesis PhD. The Netherlands. Ladbouuniversiteit. 91-96 p.

Danial, D.L., (1993). Is partial resistance a suitable approach to obtain durable resistance in wheat to stripe rust? In: Th. Jacobs and J.E. Parlevliet (Eds.). Durability of Disease Resistance. 185 - 189. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

Dubin, H.J., Johnson, R., Stubbs, R.W., (1989). Postulated genes for resistance to stripe rust in selected CIMMYT and related wheats. Plant Disease 73: 472-475.

Goddard, M.V., (1976). The production of a new race, 105E137 of *Puccinia striiformis* in glasshouse experiments. Trans. Br. Mycol. Soc. 67, 395-398.

INIAP., (1974 to 1977). Informes anuales. Departamento de Fitopatología. Est. Exp. Sta. Catalina. Quito - Ecuador.

INIAP., (1992). Informe Anual. Departamento de Fitopatología. Est. Exp. Sta. Catalina. Quito - Ecuador.

Johnson, R., (1988). Durable resistance to yellow (stripe) rust in wheat and its implications in plant breeding. In: N.W. Simmonds and S Rajaram (Eds.). Breeding strategies for resistance to the rusts of wheat. 63-75. Mexico, D.F. CIMMYT.

McNeal, F.H., Konzak, C.S. Smith, E.P., Tate, W.S. and Russel, T.S., (1971). A uniform system for recording and processing cereal data. USDA, ARS Bulletin 34-121. 42 pp.

Stubbs, R.W., (1985). Stripe rust. In: The Cereal Rusts, II, A.P. Roelfs and W.R. Bushnell (Eds.). 61-101. London.

Stubbs, R.W., (1988). Pathogenicity analysis of yellow (stripe) rust of wheat and its significance in a global context. In: N.W. Simmonds and S Rajaram (Eds.). Breeding strategies for resistance to the rust of wheat. 23-38. Mexico, D.F. CIMMYT.

Van Der Plank, J., (1968). disease resistance in plants. Academic Press, New York and London. 206 pp.