



# TERCER TALLER DE PREDUZA EN RESISTENCIA DURADERA EN CULTIVOS ALTOS EN LA ZONA ANDINA

27-29 Septiembre de 1999  
Cochabamba – Bolivia

Daniel L. Danial

**TERCER TALLER DE PREDUZA EN  
RESISTENCIA DURADERA EN CULTIVOS  
ALTOS EN LA ZONA ANDINA**

**27-29 Septiembre de 1999  
Cochabamba – Bolivia**

**Daniel L. Danial**

## **PREFACIO**

Los cultivos que crecen en la región andina son vulnerables a plagas y enfermedades y frecuentemente son severamente dañados, especialmente cuando las medidas de control no se implementan. Recordemos que el objetivo principal de la agricultura en cada país es alimentar a sus ciudadanos. Entonces cualquier dificultad que haga difícil este objetivo no debe ignorarse.

Algunas medidas incluyendo químicas, control biológico, fitosanitarias, medidas agronómicas o mejoramiento por resistencia pueden dar protección a nuestros cultivos alimenticios contra estas limitaciones bióticas. De estas el mejoramiento por resistencia ha mostrado ofrecer los mejores retornos económicos a los agricultores y se ha vuelto la medida más deseable.

Este tercer taller de Preduza es realizado en Cochabamba-Bolivia, del 27 al 29 de Septiembre de 1999. Las memorias cubren 29 presentaciones sobre diferentes tópicos y son presentados por técnicos de Ecuador, Peru, Bolivia, Mexico, Argentina y Holanda. Los trabajos presentados describen las actividades de investigación colaborativa que se han realizado en la región Andina entre los Institutos Nacionales de Investigación y Preduza, en cultivos alto andinos tales como: trigo, cebada, quinua, maíz, leguminosas y papa.

Los objetivos del taller se pueden resumir como siguen:

- Presentación y discusión de las actividades de investigación que han sido conducidas por los subproyectos de PREDUZA en la región Andina.
- Actualización e intercambio de información y nuevas tecnologías en mejoramiento por resistencia duradera
- Discutir las actividades de investigación y los problemas relacionados a la transferencia de tecnología a los pequeños agricultores en la región.

El taller está dirigido principalmente al mejoramiento para resistencia a factores bióticos y enfoca algunos tópicos tales como la evaluación de germoplasma, identificación de fuentes de resistencia durable, y su utilización en los programas de mejoramiento, la constitución genética de la resistencia y la estabilidad de la resistencia, poblaciones de patógenos, cambios de virulencia en el comportamiento de las poblaciones patógenas, rompimiento de la resistencia que está ocurriendo en la región y la investigación participativa.

Espero que este taller conduzca a estrechar el nexo entre los científicos y confío que estas memorias servirán como una valiosa fuente de información y conocimiento para aquellas personas envueltas en el mejoramiento de estos cultivos, como también para aquellos preocupados por el incremento de la estabilidad y sostenibilidad de la agricultura para contribuir a las presentes y futuras necesidades de esta región.

**Daniel L. Danial**

Organizador del Taller y Coordinador PREDUZA

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo del tercer taller de *Preduza*, sobre mejoramiento para resistencia duradera en los cultivos alto andinos es conducida como una investigación colaborativa entre la Universidad de Wageningen, Holanda, y los Institutos Nacionales de Investigación o Fundaciones de Ecuador, Perú y Bolivia.

Me gustaría dar las gracias a los siguientes grupos, organizaciones e individuos por su apoyo financiero y su contribución moral a la realización de este taller:

Al gobierno de Bolivia y en particular a la Fundación Proinpa en Cochabamba y al Programa Nacional de Trigo y Cereales Menores de la E.E.Taraja por facilitar el sitio de la conferencias, mis gracias especiales al Ing. Mario Crespo y Julio Gabriel por el soporte logístico y la preparación y organización del día de campo.

Al Ministerio de Desarrollo y Cooperación (DGIS) de Holanda por el apoyo financiero a los participantes de este taller.

A los miembros del Comité Directivo del *Preduza* y a todos los conferencista invitados por su excelente colaboración y por enviar sus materiales anticipadamente a la fecha de este taller.

Finalmente mis agradecimiento especiales a la Sra. Angela Machacilla por su excelente trabajo y sus extraordinarios esfuerzos en la organización de este taller y por la edición de los documentos del mismo.

Daniel L. Danial

# SELECCIÓN POR RESISTENCIA CUANTITATIVA A ROYA AMARILLA DEL TRIGO EN ECUADOR

**M. Rivadeneira<sup>1</sup>, D.L. Danial<sup>2</sup> y O. Chicaiza<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>E.E. Santa Catalina, INIAP, Quito, Ecuador, <sup>2</sup>P/a CIAT, Preduza, Eloy Alfaro y Amazonas, MAG, 4 piso, oficina 405, Quito, Ecuador,

## Resumen

Un número seleccionado de variedades de trigo cultivadas en Ecuador, que han demostrado resistencia residual a roya amarilla, fue cruzado con materiales introducidos procedentes del CIMMYT. Se realizaron un total de 60 y 20 cruzas simples y dobles, respectivamente. En el campo se efectuó selección contra susceptibilidad en las poblaciones F2 y F4. En F4 fueron seleccionadas las líneas que demostraron un nivel de resistencia intermedio a roya amarilla. En la F4 también se encontró segregación transgresiva entre algunas cruzas y entre las líneas en cada cruce. Los factores de virulencia de los genes de resistencia a roya amarilla fueron examinados durante los ciclos de cultivo 1998 y 1999. En 1999 se detectaron virulencias que corresponden con los genes de resistencia Yr 1, Yr 7, Yr 9, Yr 17 y Yr A (Anza), mientras que en 1998 estuvieron presentes virulencias a Yr 2, Yr 7, Yr 9 y Yr A (Anza).

## Introducción

La roya amarilla, causada por *Puccinia striiformis* West., es la mayor enfermedad del cultivo de trigo en Ecuador. Variedades nuevas de trigo pierden su resistencia a la roya en pocos años después de su entrega para cultivo, debido a la aparición de razas nuevas o más complejas (Danial et al., 1993, Ochoa J, 1997).

La evolución de nuevas razas como respuesta a la introducción de cultivares resistentes, esta asociada especialmente al fitomejoramiento para genes mayores de resistencia y estos genes mayores son típicamente seleccionados cuando se hace mejoramiento para un alto nivel de resistencia (Parlevliet, 1994).

Un total de 18 genes mayores de resistencia de trigo a roya amarilla han sido identificados (McIntosh, 1988) y el efecto de tales genes es generalmente de corta duración. Efectivamente, existe una larga historia de cultivares que inicialmente fueron resistentes, al momento de su liberación, y que luego se volvieron susceptibles mientras se desarrollaban nuevas razas del patógeno (Johnson, 1981). Por ejemplo, los cultivares Antisana y Quilindaña se volvieron susceptibles en un corto tiempo después de su liberación para producción comercial en Ecuador.

Cuando se rompe el alto nivel de resistencia de una nueva variedad, la severidad de la enfermedad (S) en este cultivar se incrementa significativamente, pero, sin

M. Rivadeneira, *et al*, 1999

embargo, muy difícilmente llega a los niveles que alcanzan cultivares extremadamente susceptibles, como es el caso de Morocco. Esta resistencia residual es de naturaleza cuantitativa y parece ser mucho más durable (Parlevliet, 1997); esta forma de resistencia puede ser recomendada para los programas de mejoramiento.

## **Objetivos**

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

1. Estudiar el nivel de resistencia de variedades de trigo cultivadas en Ecuador.
2. Seleccionar por resistencia cuantitativa a roya amarilla en las poblaciones segregantes.
3. Estudiar la virulencia de las poblaciones de roya amarilla presentes en el campo.

## **Materiales y métodos**

### **Selección de progenitores y cruzamientos**

Un grupo de variedades (6 genotipos) de trigo cultivadas comercialmente como Cojitambo, Cotacachi, Quilindaña y Chimborazo fueron incluidos en el plan de cruzamientos, junto con germoplasma introducido del CIMMYT (10 genotipos). Se realizó un total de 60 cruza simples y 16 cruza dobles en 1997. Se cosechó todas las plantas F1 de cada cruza. La generación F2 fue sembrada semilla unidad en los campos experimentales de la E.E. Santa Catalina; cada cruza fue sembrada en dos parcelas de 6 surcos, 3m de largo por 0.9m de ancho. La selección para resistencia a roya amarilla se efectuó mediante el descarte de las plantas más susceptibles y selección de resistencia casi completa (0-10%) y resistencia intermedia (20-30%). Se seleccionó 509 plantas individuales por resistencia a roya amarilla y tipo agronómico. Con la finalidad de avanzar una generación e incrementar semilla, las plantas F3 fueron sembradas en el mismo año en el ciclo de verano en Cuenca; cada planta fue sembrada en 3 surcos de 1m de largo y la selección se realizó solamente por tipo agronómico debido a la baja incidencia de roya amarilla en esta localidad. Se seleccionó un total de 220 líneas F3. La generación F4 fue evaluada en 1999 en Santa catalina; cada línea fue sembrada en parcelas de 3 surcos de 1m de largo. El material fue inoculado con esporas de roya amarilla, en el estado de macollamiento. Cada línea fue evaluada por severidad de roya amarilla después del estado de floración, mediante la escala 0-100% (Peterson et al., 1948).

### **Evaluación del nivel de resistencia de los padres**

El nivel de resistencia a roya amarilla de los progenitores utilizados en los cruzamientos fue evaluado en tres años consecutivos, durante el período 1997-1999, en los campos de Santa Catalina. Cada variedad y/o línea fue sembrada en

parcelas de 6 surcos, 3m de largo . El porcentaje de severidad fue registrado después de la fecha de floración.

El tipo de infección (TI) de los progenitores fue examinado en el estado de plántula en el invernadero. La hoja primaria fue inoculada con una mezcla de esporas que fue colectada en el campo el ciclo anterior. El TI fue registrado por medio de la escala 1-9 según la descripción de McNeal et al., 1971.

#### **Estudio de los factores de virulencia de roya amarilla en el campo**

Un juego de diferenciales para roya amarilla fue plantado en los campos de Santa Catalina en los años 1998 y 1999. Cada diferencial fue sembrada en 3 surcos de 1m de largo. El porcentaje de severidad de roya amarilla fue evaluado después del estado de floración.

#### **Resultados**

##### **El nivel de resistencia de los progenitores**

En la Tabla 1 se presenta el promedio de severidad (S) de tres años (1997-1999) de roya amarilla en planta adulta y el tipo de infección (TI) en el estado de plántula, de los progenitores que fueron utilizados en el plan de cruzamientos. Los cultivares Cojitambo, Antisana, Chimborazo, Quilindaña y Cotacachi, se caracterizan por presentar diferentes niveles de resistencia de planta adulta, con un alto TI en estado de plántula (excepto Cotacachi). Todos estos cultivares fueron resistentes durante el proceso de selección y su subsiguiente liberación; sin embargo, muy pronto después de su liberación todos estos cultivares demostraron un notable incremento en su susceptibilidad a roya amarilla ( con excepción de Cojitambo que mantuvo su resistencia por varios años más). Después del rompimiento de la resistencia de estos cultivares, la S varió de bajo a alto (27-53%). Posiblemente todos los cultivares examinados en este experimento poseen niveles moderados a buenos de resistencia residual, que podría estar condicionada por genes menores y que podrían ser de importancia en el programa de mejoramiento.

Las otras líneas avanzadas, tales como Tinamou, Catbird, Chum18//Jup/Bjy, Fink/IA8834 y Lira/Vee7, demostraron una baja S con un TI alto, sugiriendo resistencia de planta adulta. Este tipo de resistencia también es recomendada para ser usada en el programa de mejoramiento y podría ser durable.

##### **El nivel de resistencia de las líneas F4**

Debido a las condiciones ambientales favorables, la incidencia de roya amarilla en el campo fue severa. La S de roya amarilla de un número selecto de cruza entre el cultivar Cojitambo y diferentes progenitores constan en la Tabla 2. El nivel de resistencia a roya amarilla entre las líneas en cada cruza y entre las cruza varió de completamente resistente a completamente susceptible (0-90%). El nivel de

M. Rivadeneira, *et al*, 1999

resistencia de los progenitores varió de 0 a 60%, lo que sugiere una variación desde resistencia completa hasta susceptibilidad.

La clasificación de la severidad de la enfermedad (S) se realizó mediante la consideración de una S de 20 a 40% como resistencia intermedia o parcialmente resistente y los valores de S menores o mayores a la marca indicada, fueron considerados como resistentes o susceptibles, respectivamente.

En las cruzas A, B, C, E y F (Tabla 2), la segregación transgresiva varió desde muy leve hasta notable, sugiriendo que una parte del factor de resistencia es común a los dos progenitores o esta ligada. La crusa D demostró segregación transgresiva orientada predominantemente hacia resistencia y susceptibilidad, respectivamente, sugiriendo que cada progenitor es portador de diferentes factores de resistencia.

### **Factores de virulencia de las poblaciones de roya amarilla**

La S de roya amarilla en los diferenciales para los años 1998 y 1999 se presentan en la Tabla 3. En 1999 se detectó virulencias correspondientes con los genes de resistencia Yr1, Yr7, Yr9, Yr17, y YrA (Anza), mientras que en 1998 estuvieron presentes virulencias para Yr2, Yr7, Yr9, y Yr A. Es conveniente mencionar que no fue incluido un buen número de diferenciales, ya que estos aún no están desarrollados. Sin embargo, los diferenciales existentes pueden dar un indicio acerca de las virulencias prevalecientes en el campo. Anteriormente se han realizado trabajos para estudiar la evolución de virulencias de las poblaciones de roya amarilla en Ecuador (Ochoa, 1997). Ochoa concluyó que los factores de virulencia se han incrementado de 4 a 15 durante el período comprendido entre 1973 y 1996.

### **Conclusión**

Los resultados presentados sirven para demostrar a los fitomejoradores que la segregación transgresiva hacia mayores niveles de resistencia es una opción válida para obtener resistencia cuantitativa. Esta puede ser detectada en la progenie resultante de cruzas entre cultivares que demuestran niveles intermedios de resistencia o resistencia residual; dicha transgresión es reportada por Wallwork y Johnson, 1984. Si tal nivel de resistencia puede ser combinada con cultivares que demuestran resistencia residual, es posible obtener variedades con resistencia durable.

### **Bibliografía**

- D.L. Danial, W. Stubbs and J.E. Parlevliet, 1993. Evolution of virulence patterns in yellow rust and its implications for breeding for resistance in wheat in Kenya. *Euphytica* 80:165-170.
- Johnson, R. 1981. Durable resistance: definition of genetic control, an attainment in plant breeding. *Phytopathology* 71:57-568



Selección por Resistencia Cuantitativa a  
Roya Amarilla del Trigo en Ecuador

- McNeal, F.H., C.F. Konzak, E.P. Smith, W.S. Tate and T.S. Russel, 1971. A uniform system for recording and processing cereal research data. United States Department of Agriculture Research Service Bulletin 34-121, 42 pp.
- Ochoa, J., 1997. La roya amarilla del trigo en el Ecuador. Aspectos epidemiológicos y de Resistencia. En Primer Taller de Producción en Resistencia Duradera en Cultivos Altos en la Zona Andina, 22-24 Septiembre, 1997, Quito, Ecuador. Ed. D.L. Danial, pp. 45-52.
- McIntosh, R. A., 1986. Catalogue of gene symbols for wheat 1986. Supplement. Cereals Res. Comm. 105-115.
- Parlevliet, J.E., 1979. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. Annual Rev. of Phytopathology 17:203-222
- Peterson, R.F., A.B. Campbell, and A.E. Hannah. 1948. A diagrammatic scale of estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. Can. J. Res. 26: 496-500
- Wallwork, h. and R. Johnson, 1984. Transgressive segregation for resistance to yellow rust in wheat. Euphytica 33: 123-132

Tabla 1. Valores promedio de severidad (S) a roya amarilla, en planta adulta, y tipo de infección (TI) en estado de plántula (escala 0-9), de variedades y/o líneas avanzadas de trigo utilizadas en cruzamientos.

Cultivar /línea	S <sup>1</sup>	TI
Antisana	53	7
Cojitambo	40	7
Quiiindaña	40	7
Chimborazo	30	8
Cotacachi	27	2-3
Lira/vee7	25	6
Tinamou	5	8
Fink/IA8834	1	8
Chum18//Jup/Bjy	1	5
Catbird	0	7
Morocco (Testigo susceptible)	90	9

<sup>1</sup> media de severidad de tres años (1997-1999) en planta adulta.

Tabla 2. Distribución de frecuencias, en ocho clases, de la severidad (S) de roya amarilla para las líneas F4 de seis cruzas, en planta adulta, y severidad (S) en el campo de los progenitores, 1= Cojitambo, 2= Tinamou, 3= Milan, 4= Chum18//Jup/Bjy, 5= Cotacachi, 6= Kvz/3/Bb/Cha/Trm/4/Temu36-78/5/Dove/Pew, 7= Fink/IA8834.

Cruza <sup>1)</sup>	Porcentaje de S								S de los progenitores						
	0	5	10	20	30/40	50/60	70/80	80/90	1	2	3	4	5	6	7
A		2	1		2	2			60	10					
B				2	2	1	1		60		5				
C	2	1		2	2		1		60			1			
D				2	3	3	3		60				60		
E				1	3		4	1	60					5	
F	0		2		8	3		2	60						0

<sup>1)</sup> A= Cojitambo/Tinamou, B= Cojitambo/Milan, C= Cojitambo /Chum18//Jup/Bjy, D= Cojitambo/Cotacachi, E= Cojitambo/6/Kvz/3/Bb/Cha/Trm/4/Temu36-78/5/Dove/Pew, F=Cojitambo/Fink/IA8834

Tabla 3. Tipo de reacción a roya amarilla en el juego de diferenciales en 1998 y 1999 en los campo experimentales de Santa catalina. R= resistente, S= susceptible

Diferencial	Tipo de reacción a roya amarilla en el campo	
	1998	1999
Avocet (Yr1)	R	S
Kalyansona (Yr2)	S	R
Avocet (Yr5)	R	R
Avocet (Yr7)	S	S
Avocet (Yr8)	R	R
Avocet (Yr9)	S	S
Avocet (Yr10)	R	R
Avocet (Yr15)	R	R
Avocet (Yr17)	R	S
Avocet (YrA),no.1	S	S
Avocet (YrA), no 2	S	S
Jupateco (resistente)	S	S
Jupateco (susceptible)	S	S