

RENDIMIENTO Y RESISTENCIA A LA ROYA (*Puccinia* spp.) DE LINEAS AVANZADAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L) Y TRIGO DURO (*Triticum turgidum* L) EN CONDICIONES DE CANCHÁN-HUÁNUCO

YIELD AND RESISTANCE TO RUST (*Puccinia* spp.) ADVANCED LINES OF WHEAT (*Triticum aestivum* L.) AND DURUM WHEAT IN CANCHAN-HUÁNUCO CONDITINS

Rubén Víctor Limaylla Jurado

RESÚMEN

Con el objetivo de determinar el rendimiento y la resistencia a la roya (*Puccinia* spp) de líneas avanzadas de trigo (*Triticum aestivum* L.) introducidas en condiciones en Canchán-Huánuco (2 020 m s.n.m.) se evaluaron en la campaña agrícola 2013, 50 líneas en el Ensayo Internacional de Rendimiento (20 SAWYT) empleando el diseño completo aleatorizado con dos repeticiones y 108 líneas en el Vivero Internacional de Selección (30 SAWSN) con una distribución sistemática sin repeticiones. Del primer experimento se seleccionaron ocho líneas promisorias con rendimientos entre 3 163.9 y 6 566.7 kg/ha con respuestas a la roya moderadamente resistente y una severidad igual o menor de 10 %. En el segundo ensayo se identificaron 15 líneas superiores, con rendimientos entre 1 700 y 4 150 kg/ha con adecuados niveles de resistencia a la roya y tipos agronómicos que favorecen el alto rendimiento.

Palabras Clave: Trigo harinero, selección, rendimiento, resistencia.

ABSTRACT

In order to determine the yield and resistance to rust (*Puccinia* spp) in advanced lines of wheat (*Triticum aestivum* L.) introduced in terms of Canchan-Huánuco (2 020 m) were evaluated in the 2013 season in 50 lines International Yield Trial (20 SAWYT) using completely randomized design with two replications and 108 lines in the International Selection Nursery (30 SAWSN) with a systematic distribution without repetition. The first experiment, we selected eight promising lines with yields between 3 163.9 6 566.7 kg / ha with answers moderately resistant to rust and a severity equal to or less than 10%. In the second trial were 15 lines identified above, with yields between 1 700 and 4 150 kg / ha with adequate levels of resistance to rust and agronomic rates that encourage high performance.

Key words: Wheat flour, selection, yild, resistance.

INTRODUCCIÓN

Se estima que más del 85 % del crecimiento futuro de la producción del trigo, debe provenir del aumento del rendimiento en las tierras actualmente cultivadas, para lo cual se requieren variedades con mayor potencial genético de rendimiento y resistencia a la sequía, plagas y enfermedades. Para alcanzar estas ganancias genéticas, se necesitarán avances en la investigación tanto convencional como biotecnológica¹

Las royas del trigo atacan hojas, tallos y espigas, reduciendo la cantidad y composición de los productos fotosintéticos disponibles para el desarrollo del grano pueden ser controladas con aspersiones de fungicidas, pero estos aumentan los costos del cultivo y los daños al ambiente; por lo tanto, la resistencia genética a través de la generación de variedades resistentes es la medida al control mas segura, económica y ambientalmente favorable² y ³.

Muchos de los recientes incrementos de rendimientos en trigo son el resultado de una reducción de la altura de la planta y un incremento del índice de cosecha⁴, así, isolíneas semienanas rindieron 21 % más en todos los medioambientes, mientras que las líneas altas solo rindieron sobre el promedio en los ambientes mas pobres ⁵.

El cultivar de trigo de primavera precoz Opala INIA, liberando en Chile a partir de un material avanzado del CIMMYT, mostró resistencia a la roya estriada (*Puccinia striiformis*) y a la roya de la hoja (*Puccinia recondita*) y un rendimiento promedio de 8,98 mas menos 0,99 t/ha⁶.

En México, las variedades de trigo Bárcenas S 2002, Triunfo F 2004, Roelf F 2007 y Urbina S 2007, e condiciones óptimas de clima y manejo agronómico adecuado presentan rendimientos de hasta 10 t/ha y baja incidencia a la roya 7, 8, 9 y 10.

Con la variedad de trigo Centenario, en la Comunidad Campesina de Sincos, Junín, los agricultores lograron cosechas que llegaron a 4 000 kg/ha; pero bajo condiciones de mediana y alta tecnología se puede llegar a 7 500 y 8 000 kg/ha, como está ocurriendo en el Valle de Majes, Arequipa ¹¹.

Considerando que la introducción de germoplasma avanzado de trigo se constituye en la estrategia que a corto plazo permite identificar variedades con una combinación de características favorables, en esta investigación se plantea como objetivo determinar el rendimiento y la resistencia a la roya (*Puccinia spp*) de líneas de trigo (*Triticum aestivum* L.) introducidas en condiciones en Canchán-Huánuco. Para dicho fin, se evaluaron en la campaña 2008, 50 líneas avanzadas de un ensayo de rendimiento (15 SAWYT) y 194 líneas de un vivero de selección (25 SAWSN) procedentes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo con sede en México.

En base al potencial de rendimiento, precocidad, menor incidencia a la roya y buen tipo agronómico de planta, del ensayo de rendimiento se seleccionaron ocho líneas promisorias con rendimientos entre 3 163,9 y 6 566,7 kg/ha. Con los mismos criterios, del vivero de selección se identificaron 15 líneas sobresalientes, con performances de productividad de entre 1 700 y 4 150 kg/ha.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación involucró 2 experimentos: el ensayo internacional de trigo harinero (20 SAWYT) y el vivero internacional de trigo harinero (30 SAWSN) conformados por líneas avanzadas procedentes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo con sede en México, que fueron sembrados en la campaña agrícola 2013, en la localidad de Canchán, ubicada en el distrito, provincia y región de Huánuco, a una altitud de 2 020 m s.n.m.

Los 50 tratamientos del ensayo internacional de rendimiento, que incluye el testigo local Andino-INIA, fueron distribuidos en el campo bajo en el diseño experimental de bloques completos al azar con dos repeticiones. Las parcelas para cada genotipo estuvieron conformadas por cuatro surcos de 4 metros de largo distanciados a 0,3 m.

Las 108 entradas del vivero internacional de selección fueron sembradas en surcos individuales de 4 metros de largo y 0.3 m de separación, sin repeticiones y distribuidos sistemáticamente. Ambos experimentos estuvieron rodeados de parcelas de infección de la variedad Andino-INIA, que permitió una diseminación uniforme de la roya.

La población de cada genotipo estuvo integrada por todas las plantas de la parcela experimental dentro de un área de 4,8 m² (4m x 1.2 m), conformada por 2500 plantas, aproximadamente

La muestra sobre la cual se tomaron los datos de las variables estudiadas fue conformada por 10 plantas competitivas de la unidad neta experimental y solo el carácter rendimiento se determinó en base a todos los individuos de la parcela neta experimental de 1.8 m² (3 x 0,6 m).

Se consideraron las siguientes variables de análisis: número de macollos/m², días al espigado, altura de planta (cm), tipo agronómico de planta, incidencia a la roya y rendimiento de grano (kg/ha).

Los resultados fueron analizados usando la técnica del análisis de variancia y la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p = 0,05$) para las comparaciones entre los promedios de los tratamientos. Para todo el procesamiento estadístico se empleó el paquete SAS.

RESULTADOS

Los análisis de variancia de numero de macollos/m², días al espigado, altura de plantas (cm), tipo agronómico de planta y

el rendimiento de grano (kg/ha) indicaron diferencias altamente significativas entre los genotipos evaluados en el ensayo internacional de rendimiento (20 SAWYT) dentro de un rango de coeficientes de variabilidad de 1.84 al 12. 58 % muy aceptables para investigaciones en campo, lo que demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 1. Análisis de variancia de numero de macollos/m² días al espigado, altura de planta, tipo agronómico de planta y rendimiento en grano del ensayo internacional del rendimiento (20 SAWIT), Canchan 2013.

E.V.	G.L.	Macollos	Espigado	Altura	Tipo1	Rendimiento
Bloque	1	3481.000ns	11.56**	14.44ns	0.0860953ns	61ns
Tratamiento	49	2642.224**	52.45796**	63.89714**	0.14572841**	225046**
Error	49	1021.816	1.340	10.869	0.032	106221
Total	99					
X		254.1	67.16	80.98	1.656	2965.55
C.V (%)		12.58	1.84	4.07	10.87	10.99

F.V. = Fuente de variación

G.L. = Grados de libertad

ns = No significativo

**= Diferencias altamente significativas

¹ = Datos transformados a la raíz cuadrada

X = Promedio del carácter C.V= Coeficiente de variabilidad

En base al comportamiento de los genotipos estudiados frente a la roya de la hoja (*Puccinia recóndita*) y del tallo (*Puccinia graminis*) en el cuadro numero 2 se presentan las frecuencias de los 4 tipos generales de reacción de las líneas a los patógenos causantes.

Cuadro 2. Frecuencias de los tipos de reacción del E.I.R (20 SAWYT) frente a la

roya de hoja y del tallo. Canchán 2013

Tipo de reacción	Roya de hoja		Roya de tallo	
	Frec. Obs	Frec. Porc. (%)	Frec. Obs	Frec. Porc. (%)
Resistente (R)	0	0	0	0
Moderadamente	24	48	18	36
Moderadamente	24	48	21	42
susceptible (MS)				
Susceptible (S)	2	4	11	22
Total	50	100	50	100

En la prueba de comparación de promedios de Duncan para el rendimiento de grano que se presenta en el cuadro 3, se observa que 25 líneas superaron al promedio del carácter (2 965.55 kg/ha) incluyendo al testigo Andino-INIA. Del primer grupo de tratamientos sobresalen las líneas 11 y 28 con rendimiento de 6 566.7 y 5 133.4 kg/ha respectivamente, seguidos de 12 genotipos con rendimientos superiores a 3 650 Kg/ha.

Cuadro 4 Líneas promisorias del vivero internacional de selección. Canchán 2008

Clave de Trat.	Días al	Ma-coll	Altura	Tipo Agron.	Roya	Roya	Rdto
	Espigado	m2	(cm)	(1- 5)	Hoja	Tallo	kg/ha
38	60	390	78	5	5MR	10MR	4150
42	59	300	85	4	5MR	5MR	3716.7
58	59	210	77	4	5MR	tMR	3550
71	67	210	67	3	tMR	tMR	2066.7
76	58	180	71	3	tMR	tMR	2666.7
87	60	210	67	3	10MS	10MS	2550
93	58	100	71	3	10MS	20MS	2983.3
95	65	200	69	3	5MS	10MS	3083.3
97	64	210	88	4	10MS	20MS	3216.7
102	66	200	75	3	10MS	20MS	2883.3
129	70	270	83	4	10MS	20MS	3300.3
131	67	360	80	4	20MS	20MS	3283.3
141	69	440	80	4	tMR	10MR	1633.3
164	62	540	81	3	tMR	5MR	2666.7
194	67	240	67	3	10MS	tMR	1700

DISCUSIÓN

La mayor capacidad de macollamiento de las líneas podría dotarlas de una ventaja competitiva sobre las malezas, además de aportar al rendimiento con un posible mayor número de espigas y presentar un menor requerimiento de semillas para la siembra. Este sería el caso de los tratamientos 35, 31, 27, 1, 48 y 7 al igualar o superar los 300 macollos/m².

Los días al espigado, considerado un buen indicador de precocidad de las plantas, ha permitido determinar que las líneas evaluadas mayoritariamente de precocidad intermedia y muy precoces, coinciden con lo mostrado por la variedad Opala-INIA, según lo reportado por Mellado, Madariaga Granger, 2000⁶

Las líneas que reportaron los más altos rendimientos, pueden ser consideradas como semienanos al presentar altura de plantas entre 70 y 93 cm, lo que confirmaría las apreciaciones de Heyne, 1987⁴ y Zapata, Silva y Acevedo 2004⁴, quienes afirman que los incrementos de rendimiento de trigo serán el resultado de una reducción de la altura de planta, como habría ocurrido con las líneas 21, 35, 24, 41, 11, 28, 32, y 49.

En relación a la roya de la hoja, los genotipos resultaron una reacción moderadamente resistente (48 %) y moderadamente susceptible (48 %) y ninguno con alta resistencia, lo cual indicaría que estas podrían ser portadoras de genes poligénicos no específicos que confieren una resistencia durable, indican Villaseñor Et .al 2004⁸

Las líneas 11, 28, 24, 41, 49, 21 y 32, que mostraron los más altos rendimientos en grano, presentaron porcentajes de infección de la roya de hoja y tallo iguales o menores de 10 %, confirmando la estrecha relación entre estos caracteres tal como indica Torabi y Nazarí, 1998³.

La línea 11, con un rendimiento de 6 566.7 kg/ha resultó como el genotipo de más alto

potencial productivo equivalente a la variedad Roelf F-2007, a pesar de mostrar una severidad de 10 % de una respuesta moderadamente susceptible a los tipos de roya evacuados, lo cual podría sugerir un comportamiento tolerante a estas enfermedades, basado en un control presumiblemente poligénico.

Ubicado en segundo lugar por rendimiento de grano, la línea 28 con 5 133.4 kg/ha puede ser equiparado a la variedad Centenario bajo condiciones de mediana tecnología tal como señala CEPES, 2005¹¹.

Conjuntamente con las 2 líneas indicadas, se seleccionó un grupo adicional de 6 genotipos, con rendimientos entre 4 144.5 y 3 163.9 kg/ha, moderada resistencia a la roya, severidades iguales o menores de 10 % y buenos tipos agronómicos de plantas.

Clave	Genotipo	Rendimiento kg/ha
11	KS940935.7.1.2 /2 *PASTOR	6 566.7
28	SUNCO/ 2* PASTOR	5 133.4
24	CROC_1/AE.SQUARROSA(205//KAUZ/3/BJY/COC//...	4 144.5
49	OASIS/ 5* BORL 95/ 5/CNDO/R143//ENTE/MEXI75/3/...	4 027.8
41	ALTAR 84/AEGILOPS SQUARROSA(-TAUS)//OPATA/3/...	3 975.0
35	KRICHAUFF/2* PATOR	3 586.1
21	CHEN/AE.SQ//2*OPATA/3/BABAX/4/JARU	3 558.3
32	WORRAKATA/2*PASTOR	3 163.9

Con los mismos criterios anteriormente señalados, del vivero internacional de la selección (30 SAWSN) se identificaron 15 líneas promisorias que se incluyen en el siguiente listado:

Clave	Genotipo	Rendimiento kg/ha
-------	----------	-------------------

38	CROC-1/AE. SQUARROSA (224)//OPATA/3/BJY/COC//...	4 150.0
42	CHEN/AE.SQ//2* OPATA/3/BABAX/4/JARU	3 716.7
58	SUNCO/2*PASTOR	3 550.0
71	WORRAKATA/2*PASTOR	2 066.7
76	KRICHAUFF/2* PATOR	2 666.7
87	OPATA/SYNTH.HEX.//PASTOR	2 550.0
93	TAN//TEMPORALERA M 87/AGR/3/NG8319//SHA4/...	2 983.3
95	SRN/AE SQUARROSA (358)//MILAN/SHA7	3 083.3
97	CROC-1/AE. SQUARROSA (213)//PGO/3/NG8319//...	3 216.7
102	OASIS/SKAUZ//4*BCN/3/WBLL1	2 883.3
129	JNR B.5/PIFED	3 300.3
131	ALTAR 84/AEGILOPPS SQUARROSA(-TAUS)//OPATA/3/...	3 283.3
141	CNDO/R143//ENTE/MEX 1-2/3/...	1 633.3
164	QT 6581/4/PASTOR//SITE/MO/3/CHEN/...	2 666.7
194	SW 94.60002/4/KAUZ*2//DOVE/BUC/3/KAUZ/5/...	1 700.0

AGRADECIMIENTO

Al Ing Luis Villodas Rosales, de la Facultad de Ciencias Agrarias especialista en Fitopatología por su valiosa colaboración.

Al Bach. Wilbaldo Sánchez Herrera, Administrador del Centro de Producción Investigación y Experimental Canchán-Huánuco por su aporte en la fase de campo de la investigación.

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo con sede en México por el aporte de material genético evaluado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bourlaug N. 2005. Discurso del 14 de abril del 2005 en la Universidad de Granada, España.
2. Torabi, M., y K. Nazari. 1998. Seedling and adult plant resistance to yellow rust in Iranian bread wheat. *Euphytica* 100: 51-54.
3. Ma, H., R.P. Singh, and A. Mujeeb-Kazi. 1997. Resistance to stripe rust in durum wheat, A-genome diploids, and their amphiploids. *Euphytica* 94: 279-286.
4. Heyne, E. 1987. Wheat and Wheat improvement 2da Edic. American society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 765 p.
5. Zapata, C., Silva, T. y Acevedo E. 2004. Comportamiento de isolíneas de altura en relación con el rendimiento y distribución de asimilados en trigo. *Agricultura Técnica (Chile)*. 64(2): 139-155
6. Mellado, M, Madariaga R. y Granger D. 2000. Opala-INIA, nueva variedad de trigo de primavera para la zona centro-sur de Chile. *Agricultura Técnica (Chile)*. 60(4): 415-418.
7. Solís E.,A. Salazar, J. Huerta, A. Ramírez, H. Villaseñor, y E. Espitia. 2003. Barcenás S2002: Nueva variedad de trigo harinero para El Bajío. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 26(1): 73-74.
8. Villaseñor H., Espitia E., Huerta J., Solís E. Gonzales R. y Osorio P. 2007. Triunfo F2004, nueva variedad de trigo harinero de temporal en México. *Agricultura Técnica en México*. 33(3): 319-322.
9. Tribuna de México, del 30 de Abril del 2008. Presentan trigo harinero Roelfs F-2007.