

RENDIMIENTO Y RESISTENCIA A LA ROYA (*Puccinia spp.*) DE LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN CANCHAN-HUÁNUCO

PERFORMANCE AND RESISTANCE TO THE ROYA (*Puccinia spp.*) OF LINES ADVANCED WHEAT (*Triticum aestivum* L.) IN CANCHAN-HUÁNUCO

Rubén Víctor Limaylla Jurado¹ y María Betzabé Gutiérrez Solórzano¹

RESUMEN

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 de Canchan-Huánuco (2 020 m.s.n.m.) se evaluaron en la campaña agrícola 2008 50 líneas en el Ensayo Internacional de Rendimiento (15 SAWYT) empleando el diseño completo aleatorizado con dos repeticiones y 194 líneas en el Vivero Internacional de Selección (25 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 1700 y 4150 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 (2020 m) were evaluated in the 2008 season in 50 lines International Yield Trial (15 SAWYT) using completely randomized design with two replications and 194 lines in the International Selection Nursery (25 SAWSN) with a systematic distribution without repetition. The first experiment, we selected eight promising lines with yields between 3163.9 / 6566.7 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 1700 and 4150 kg/ha with adequate levels of resistance to rust and agronomic rates that encourage high performance.

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

1. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ciencias Agrarias.

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 biotecnológica (1).

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 más segura, económica y ambientalmente favorable (2) y (3).

Muchos de los recientes incrementos de rendimientos en trigo es el resultado de una reducción de la altura de planta y un incremento de índice de cosecha (4), así, isolíneas semienanas rindieron 21% más en todos los medios ambientes, mientras que las líneas altas sólo rindieron sobre el promedio en los ambientes más pobres (5).

El cultivar de trigo de primavera precoz Opala INIA, liberado 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 recóndita*) y un rendimiento promedio de 8,98 más menos 0,99 t/ha (6).

En México, las variedades de trigo Bárcenas S 2002, Triunfo F 2004, Roelf F 2007 y Urbina S 2007 en condiciones óptimas de clima y manejo de agrónomo 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 4000 kg/ha; pero bajo condiciones de mediana y alta tecnología se puede llegar a 7500 y 8000 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 planteó como objetivo determinar el rendimiento y la resistencia a la roya (*Puccinia* spp) de líneas de trigo (*Triticum aestivum* L.) introducidas en condiciones de Canchan-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 agrónomo de planta, del ensayo de rendimiento se seleccionaron ocho líneas promisorias con rendimientos entre 3163,9 y 6566,7 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 dos experimentos: el ensayo internacional de trigo harinero (15 SAWYT) y el Vivero Internacional de Trigo Harinero (25 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 2008, en la localidad de Canchan, ubicado 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 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 194 entradas del vivero internacional de selección fueron sembrados 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), conformado por 2 500 plantas, aproximadamente

La muestra sobre la cual se tomaron los datos de las variables estudiadas fue conformada por diez plantas competitivas de la unidad neta experimental y sólo 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 número de macollos/m², días al espigados 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 (15 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.

Tabla N° 1. Análisis de variancia de número de macollos/m² días al espigado, altura de planta, tipo agronómico de planta y rendimiento en grano del ensayo internacional del rendimiento (15 SAWIT), Canchán 2008.

F.V.	G.L.	Macollos	Espigado	Altura	Tipo ¹	Rendimiento
Bloque	1	3 481,000 ^{ns}	11,56**	14,44 ^{ns}	0,0860953 ^{ns}	61 ^{ns}
Tratamiento	49	2 642,224**	52,45796**	63,89714**	0,14572841**	225046**
Error	49	1 021,816	1,33959	10,86857	0,03245016	106221
Total	99					
X		254,10	67,16	80,98	1,65581	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 la tabla N° 2 se presentan las frecuencias de los cuatro tipos generales de reacción de las líneas a los patógenos causantes.

Tabla N° 2. Frecuencias de los tipos de reacción del E.I.R (15 SAWYT) frente a la roya de hoja y del tallo. Canchán 2008

Tipo de reacción	Roya de hoja		Roya de tallo	
	Frec. Obs	Frec. Porc. (%)	Frec. Obs.	Frec. Porc. (%)
Resistente (R)	0	0	0	0
Moderadamente resistente (MR)	24	48	18	36
Moderadamente susceptible (MS)	24	48	21	42
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 la tabla N° 3, se observa que 25 líneas superaron al promedio del carácter (2965.55 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.

Tabla N° 3. Prueba de comprobación de promedios de Duncan para el rendimiento de grano en kg/ha. Canchan 2008.

OM	Clave de tratamiento	X	Nivel de significación (0,05)
1	11	6566,7	a
2	28	5133,4	b
3	20	4369,5	c
4	7	4161,1	cd
5	24	4144,5	cd
6	22	4108,4	cde
7	23	4080,6	cde
8	27	4044,4	cde
9	49	4027,8	cde
10	17	4013,9	cdef
11	41	3975,0	cdefg
12	25	3761,1	cdefgh
13	19	3663,9	cdefghi
14	47	3650,0	cdefghi
15	35	3586,1	defghi
16	21	3558,3	defghi
17	26	3475,0	defghi

OM	Clave de tratamiento	X	Nivel de significación (0,05)
18	40	3336,1	efghij
19	50	3250,0	fghijk
20	18	3238,9	ghijkl
21	32	3163,9	hijklm
22	5	3088,9	hijklmn
23	43	3047,5	hijklmno
24	26	3008,4	hijklmnop
25	3	2991,7	hijklmnop
26	29	2958,4	ijklmnop
27	16	2616,7	ijklmnopq
28	31	2563,9	ijklmnopq
29	9	2502,8	klmnopq
30	30	2483,3	klmnopq
31	1	2475,0	klmnopqr
32	39	2461,1	lmnopqr
33	44	2388,9	mnopqrs
34	33	2325,0	nopqrst
35	4	2300,0	opqrst
36	34	2291,7	opqrst
37	12	2261,2	opqrst
38	45	2244,5	pqrst
39	10	2238,9	pqrst
40	37	2141,7	qrstu
41	46	2061,2	qrstuv
42	13	1863,9	qrstuvw
43	2	1861,1	qrstuvw
44	8	1822,2	qrstuvw
45	42	1691,7	rstuvw
46	15	1666,7	stuvw
47	38	1594,5	tuvw
48	14	1427,8	uvw
49	6	1319,5	vw
50	48	1272,3	w

Letras similares indican diferencias no significativas (0,05) entre las medidas de los tratamientos.

De las 194 líneas del Vivero Internacional de Selección, se identificaron 15 genotipos promisorios, cuyas principales características se presentan en la tabla N° 4.

DISCUSIÓN

La mayor capacidad de macollamiento de las líneas podrían dotarlo 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 son de precocidad intermedia y muy precoces, coincidiendo con lo mostrado por la variedad Opala–INIA, según lo reportado por Mellado, Madariaga Granger (6).

Las líneas que reportaron los más altos rendimientos, pueden ser considerados como semienanos al presentar altura de plantas entre 70 y 93cm, lo que confirmaría las apreciaciones de Heyne (4) y Zapata, Silva y Acevedo (5), quienes afirman que los incrementos de rendimiento de trigo será 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 mayormente resultaron en 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, como indican Villaseñor *et. al* (8).

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 Nazari (3).

La línea 11, con un rendimiento de 6 566,7 kg/ha, resultó, como el genotipo, con 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 equiparada a la variedad Centenario, bajo condiciones de mediana tecnología tal como señala CEPES (11).

Conjuntamente con las dos líneas indicadas, se seleccionó un grupo adicional de seis genotipos, con rendimientos entre 4144.5 y 3163.9 kg/ha, moderada resistencia a la roya, severidades iguales o menores de 10% y buenos tipos agronómicos de plantas.

Con los mismos criterios anteriormente señalados, del Vivero Internacional de la Selección (25 SAWSN) se identificaron 15 líneas promisorias que se incluyen en el siguiente listado:

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

Clave	Genotipo	Rendimiento kg/ha
38	CROC-1/AE. SQUARROSA (224)//O PATA/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/SYINTH.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 UNHEVAL 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 isoclinas 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. Barcenas 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.
10. Solís E., Huerta J., Pérez P., Ramírez A., Villaseñor H., Espitia E. Y Borodanenko A. 2008. Urbina S 2007: Nueva variedad de trigo harinero para la región el "Bajío". *Agricultura Técnica en México* 34(1): 113-118.
11. CEPES, 2005. La importancia de los cereales. El pan de cada día. La Revista Agraria.

Correo electrónico: rubenlimaylla@ hotmail.com