

**FACTORES QUE INFLUYERON EN LOS RENDIMIENTOS Y OTROS
CARACTERES DE LOS TRIGOS DE LA ESTACION EXPERIMENTAL LA
PLATINA, EN LOS AÑOS 1971 A 1981. II. EFECTOS EN LOS
RENDIMIENTOS DE TRIGOS DE PAN¹**

**Factors affecting yield and other wheat characteristics at the La Platina
Experiment Station, during the years 1971 to 1981. II. Effects on yield of
bread wheats**

René Cortázar S.²

SUMMARY

At the La Platina Experiment Station (INIA), several hundreds of bread wheat lines were studied in yield trials, under irrigation, every year between 1971 and 1981. In Part I of this paper, the effects of several factors on the differences in yield between bread and durum wheats were analyzed; in this Part II, relations between yield of bread wheats and time of sowing; hectoliter weight; attack of *Puccinia graminis*, *P. recondita*, *P. striiformis*, BYDV, and aphids; accumulated degree-days (base 5° C); and rainfall are studied.

There were large differences in the average annual values for all these parameters: yields varied between 26.6 and 92.1 quintals/ha; hectoliter weights, between 75.3 and 82.6; *P. graminis* infections, between traces and 47.4°/o; *P. recondita* infections, between 0 and 20°/o; *P. striiformis* infections, between traces and 8.5°/o; notes (0-absence; 10-maximum infection) on BYDV infection, between 0 and 10; notes on aphid infestation, between 1 and 8.

The main factors modifying yield, in order of importance, were:

1. Date of sowing: years with early sowings gave better yields;
2. BYDV: years with higher infestations produced lower yields; and
3. Aphids: years with larger infestations gave lower yields.

Rainfall, hectoliter weight, commulative degree-days (base 5° C), and *P. graminis* infections, showed no influence on yield.

INTRODUCCION

Entre los años 1971 y 1981, en la Estación Experimental La Platina (INIA), se estudiaron cada año varios centenares de líneas y variedades de trigo de pan en ensayos de rendimiento bajo riego. En estos ensayos, además del rendimiento, se determinó el peso del

hectolitro, el ataque de enfermedades y otras características, como tendadura, desgrane, etc. (Programa Trigo, 1971-1981).

En este trabajo se analiza la relación entre rendimiento y: época de siembra; peso del hectolitro; ataques de *Puccinia graminis*, *P. recondita*, *P. striiformis*, virus del enanismo amarillo de la cebada (VEAC) y áfidos; suma de temperaturas sobre 5° C; y lluvias.

MATERIALES Y METODOS

La información sobre como se determinó el rendimiento y el ataque de VEAC y de áfidos, junto con

¹ Recepción de originales: 5 de noviembre de 1982.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

las fechas de siembras en cada año, las sumas de temperaturas sobre 5° C y el agua caída, se presenta en la primera parte de este artículo (Cortázar, 1982). A dicha información se agrega ahora:

Peso del hectolitro: se determinó el promedio de todas las variedades de trigo de pan ensayadas cada año, usando una balanza Shopper de 1/4 de litro de capacidad.

Notas de *P. graminis*, *P. recondita* y *P. striiformis*: se usó la escala de Cobb modificada, para expresar en porcentaje el ataque de estas tres enfermedades. Los valores usados son el promedio de todas las determinaciones efectuadas en los trigos de pan, para cada año.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los promedios de rendimiento, peso del hectolitro y notas de ataques de enfermedades e insectos.

En dicho cuadro se observa que existieron grandes diferencias, entre años, en todos los caracteres estudiados. Basado en esta información, se analizará las relaciones entre rendimientos y los diversos factores indicados.

Diferencias en terreno

Como cada año se cambia de potrero para la siembra debido a la rotación, podría pensarse que las grandes diferencias en los rendimientos en diferentes años podrían deberse a este factor. En el Cuadro 2 se indica el rendimiento obtenido en diferentes años en el mismo potrero.

Como puede verse hay grandes diferencias de rendimientos en el mismo potrero en diferentes años. Por lo tanto, aunque debe haber un efecto en los rendimientos debido a la diferencia de terrenos, se puede concluir que estas variaciones no explicarían la mayor parte de las diferencias observadas.

Prácticas culturales

En relación con el manejo de los ensayos, éste fue uniforme en todos los años estudiados, con mínimas variaciones. Así la fertilización fue de 120 unidades de nitrógeno y 90 de fósforo; la cantidad de semilla empleada fue de 140 kg/ha, el riego se efectuó en forma oportuna; y el control de malezas se hizo usando herbicidas y terminando con limpia a mano, cuando fue necesario. Es decir, se puede concluir que estas prácticas tuvieron muy poco efecto en las diferencias de rendimientos en los años estudiados.

CUADRO 1. Promedio anual, para trigos de pan, del rendimiento (qq/ha), peso del hectolitro, ataque de *P. graminis*, *P. recondita* y *P. striiformis* (o/o) y notas de ataque de VEAC y áfidos¹

TABLE 1. Bread wheats annual averages for yield (quintals/ha), hectoliter weight (kg), *P. graminis*, *P. recondita*, and *P. striiformis* (o/o), and notes on BYDV and aphids incidences (0 = absence; 10 = maximum; t = traces)

Año	Rendimiento qq/ha	Peso HI kg	<i>P. graminis</i> ² o/o	<i>P. recondita</i> ² o/o	<i>P. striiformis</i> ² o/o	VEAC 0-10	Afidos 0-10
1971	51,9	80,9	7,4	2,7	0,6	0	6
1972	46,7	82,6	2,8	10,1	6,5	0	5
1973	45,7	79,6	1,5	0,0	2,0	5	6
1974	40,5	82,4	3,2	0,0	1,2	3	4
1975	34,8	75,3	5,4	0,0	8,5	10	8
1976	64,3	80,0	15,0	0,0	0,7	5	5
1977	26,6	78,3	2,0	0,0	1,4	5	4
1978	52,9	78,0	47,4	0,0	4,0	5	4
1979	66,1	78,9	16,9	0,0	4,8	1	3
1980	67,3	80,9	19,0	20,0		1	1
1981	92,1	82,4	t	t	t	1	1

¹ Notas: 0 = ausencia; 10 = ataque máximo; t = trazas.

² Hacke (1982).

CUADRO 2. Rendimientos promedios (qq/ha) de las variedades estudiadas, con indicación del potrero en que se efectuaron los ensayos

TABLE 2. Average yields (quintals/ha) of the varieties under study and identification of the field used each year

Años	Potrero 17	Potrero 15a	Potrero 11	Potrero 15b	Potrero 23
1971	51,9				
1972		46,7			
1973				45,7	
1974			40,5		
1975	34,8				
1976		64,3			
1977					26,6
1978			52,9		
1979	66,1				
1980		67,3			
1981				92,1	

Efecto de la época de siembra

Los ensayos se sembraron en fechas muy diversas, variando entre el 23 de junio (1981) y el 10 de agosto (1977). En el Cuadro 3 se presentan las épocas de siembra ordenadas de la más temprana a la más tardía, con indicación del rendimiento obtenido. Como puede verse, el rendimiento promedio de las siembras tempranas fue 50,2^o/o superior a las tardías.

CUADRO 3. Relación entre épocas de siembra y rendimiento en los ensayos realizados en La Platina (1971—1981)

TABLE 3. Relation between time of seeding and yield in the variety trials at La Platina (1971—1981)

Años	Epoca de siembra ¹	Rendimiento qq/ha
1981	4	92,1
1979	4	66,1
1978	10	52,9
1976	11	64,3
1971	26	51,9
Promedio épocas tempranas	11	65,5
1974	35	40,5
1975	36	34,8
1972	37	46,7
1980	42	67,3
1973	46	45,7
1977	51	26,6
Promedio épocas tardías	41	43,6
$\frac{\text{Tempranas } 65,5}{\text{Tardías } 43,6} = 150,2\%$		

¹ Días después del 20 de junio de cada año.

La época de siembra tuvo un gran efecto en el rendimiento. Las siembras tempranas produjeron los mejores resultados y así, de los seis años con mejores promedios, cinco de ellos fueron sembrados antes del 15 de julio, con la única excepción del año 1980, que a pesar de haberse sembrado a fines de julio, tuvo altos rendimientos. Esto concuerda con los ensayos de época de siembra, que muestran que en la segunda quincena de julio hay pérdidas del 10^o/o del rendimiento, para llegar al 30^o/o en agosto (Cortázar y otros, 1982).

Relación entre peso del hectolitro y rendimiento

En la mayoría de los casos se encontró una asociación positiva; es decir, las variedades de mejor peso son las que tienen mejores rendimientos. Así, se encontró que los años de mejor peso del hectolitro tuvieron, en promedio, un 23^o/o mayor rendimiento. Sin embargo, esta gran diferencia se debió a que entre los años de buen peso hay uno con 92,1 qq/ha, mientras que entre los de peor peso, hay un año con sólo 26,6 qq/ha. Si no tomáramos en cuenta estos dos años extremos, no habría diferencias entre los promedios.

Relación entre ataque de *P. graminis* y rendimiento

En el Cuadro 4, se presentan las notas de ataque de este patógeno, ordenadas de mayor a menor, con el rendimiento obtenido en el año respectivo. Como puede verse, este ataque no explicaría, en general, las diferencias de rendimientos, ya que los años de mayor ataque tuvieron, en promedio un rendimiento superior a los años sin ataque. Esto se debió a que los años de mayor ataque coincidieron con años de siembra temprana, que son de alto rendimiento.

P. graminis se presentó con intensidad en 1978, produciendo una baja de rendimiento, como lo demuestra el que hubo una correlación, significativa al 1^o/o y negativa, entre notas de incidencia de este hongo y rendimiento ($r = -0,296$). En este año, también se observó una correlación negativa significativa al 1^o/o, entre notas de *P. graminis* y peso del hectolitro ($r = -0,24$). En los años 1976, 1979 y 1980, en que el ataque fluctuó entre 15 y 20^o/o, el efecto fue muy pequeño. En el resto de los años, se estima que no hubo efecto.

Relación entre ataque de *P. recondita* y rendimiento

Sólo en dos años (1972 y 1980) hubo ataque de este hongo en una intensidad cercana al 20^o/o. Se estima que este nivel de ataque puede influir poco en el rendimiento. El resto de los años no hubo ataque. De acuerdo con esta información, puede estimarse que esta enfermedad no tuvo efecto.

CUADRO 4. Relación entre *P. graminis* y rendimiento en los ensayos realizados en La Platina (1971—1981)

TABLE 4. Relation between *P. graminis* incidence (‰) and yield (quintals/ha) in the variety trials at La Platina (1971—1981)

Años	<i>P. graminis</i> (‰)	Rendimiento (qq/ha)
1978	47,4	52,9
1980	19,0	67,3
1979	16,9	66,1
1976	15,0	64,3
1971	7,4	51,9
Promedio años con mayor ataque	21,1	60,5
1975	5,4	34,8
1974	3,2	40,5
1972	2,8	46,7
1977	2,0	26,6
1973	1,5	45,7
1981	0,5	92,1
Promedio años con menor ataque	2,6	47,7
$\frac{\text{Años con mayor ataque } 50,5}{\text{Años con menor ataque } 47,7} = 105,9\%$		

Relación entre ataque de *P. striiformis* y rendimiento

Como puede verse en el Cuadro 1, ningún año se presentó esta enfermedad con suficiente intensidad para producir daños.

Relación entre ataque del virus del enanismo amarillo de la cebada (VEAC) y rendimiento

En el Cuadro 5 se presentan las notas de ataque del VEAC en los diferentes años, ordenadas de mayor a menor, con el rendimiento correspondiente en cada año y se indica el promedio de rendimiento de los años con mayor ataque, comparado con el promedio de los años con poco o ningún ataque.

Como puede verse, hubo una relación entre ataque y rendimiento. Al analizar el efecto de esta enfermedad, se estima que el año de mayor pérdida fue 1975, en el cual la reducción de rendimiento en La Platina se calcula en 31,50%, seguido por los años 1976 y 1977, en que se calcula la pérdida en cerca de un 170%. Se considera que en 1973 las pérdidas fueron comparables a 1976, mientras que en 1974 fueron inferiores en magnitud (Cortázar, 1979). Los daños causados por la enfermedad se reflejaron fuertemente en el peso del hectolitro (Cuadro 1), bajando a 75,3 en 1975, año que sufrió el mayor ataque de VEAC. Los daños en 1978 fueron menores, aunque se encontró una correlación entre notas de virosis y peso del hectolitro

CUADRO 5. Relación entre ataque de VEAC y rendimiento en los ensayos realizados en La Platina (1971—1981)

TABLE 5. Relation between BYDV incidence (0 to 10 notes) and yield (quintals/ha) in the variety trials at La Platina (1971—1981)

Años	VEAC ¹ (0—10)	Rendimiento qq/ha
1975	10	34,8
1976	5	64,3
1973	5	45,7
1977	5	26,6
1978	5	52,9
Promedios años con mayor ataque	6	44,8
1974	3	40,5
1979	1	66,1
1980	1	67,3
1981	1	92,1
1971	0	51,9
1972	0	46,7
Promedios años con menor ataque	1	60,8
$\frac{\text{Años con menor ataque } 60,8}{\text{Años con mayor ataque } 44,8} = 135,7\%$		

¹ Notas VEAC: 0 = ausencia; 10 = ataque máximo.

significativa al 10% ($r = -0,221$). En los años posteriores, el daño ha sido de mucha menor importancia.

En conclusión, se puede decir que esta enfermedad fue un factor de importancia en los rendimientos obtenidos.

Relación entre ataque de áfidos y rendimiento

El mayor ataque de áfidos se presentó en 1975 y hubo ataques de mediana intensidad desde 1971 a 1976. Posteriormente, disminuyó su importancia. Desde el año 1973 en adelante, los daños causados por áfidos se confunden con los causados por virosis.

En el Cuadro 6 se presenta el ataque de áfidos, ordenados de mayor a menor, junto con el rendimiento obtenido en cada año. Se puede observar que en los años de mayor ataque hay menor rendimiento promedio que en los años con menor ataque. En años de poco ataque, el rendimiento en promedio fue 180% superior al promedio de los años con fuerte ataque.

Relación entre sumas de temperaturas sobre 5° C y rendimiento

Al comparar los años con mayor suma de temperaturas con los de menor, no se observaron diferencias en los rendimientos.

CUADRO 6. Relación entre ataque de áfidos y rendimiento en los ensayos realizados en La Platina (1971—1981)

TABLE 6. Relation between aphid incidence (0 to 10 notes) and yield (quintals/ha) in the variety trials at La Platina (1971—1981)

Años	Afidos ¹ (0—10)	Rendimiento qq/ha
1975	8	33,9
1971	6	51,9
1973	6	45,7
1972	5	46,7
1976	5	64,3
Promedios años con mayor ataque	6	48,7
1977	4	26,6
1974	4	40,5
1978	4	52,9
1979	3	66,1
1980	1	67,3
1981	1	92,1
Promedios años con menor ataque	3	57,6
$\frac{\text{Años menor ataque } 57,6}{\text{Años mayor ataque } 48,7} = 118,2\%$		

¹ Notas áfidos: 0 =ausencia; 10 =ataque máximo.

Relación entre agua caída en milímetros en el año y rendimiento

Al estudiar el efecto de la lluvia en el rendimiento, se observó que los años con menor cantidad de lluvia, en promedio, tienen un rendimiento 26% superior a los años lluviosos. Sin embargo, al eliminar dos años extremos en rendimiento, no hubo diferencias en el resto de los años. Se puede estimar, por lo tanto, que este fenómeno no tuvo influencia en el rendimiento.

Importancia relativa de los diferentes factores en el rendimiento

En orden de importancia, los principales factores que influyeron en el rendimiento son:

1. Época de siembra: las épocas más tempranas tuvieron, en promedio, 50% más rendimiento que las tardías.
2. Virosis: los años sin virosis o con poco ataque tuvieron, en promedio, 36% más rendimiento que los con alto ataque de virosis.
3. Áfidos: los años con menor ataque de áfidos tuvieron, en promedio, 18,2% más rendimiento.
4. Peso del hectolitro: los años con mejor peso del hectolitro tuvieron, en promedio, un 23,3% más rendimiento que los otros años. Al eliminar los dos años extremos, no habría diferencia debido a esta causa.
5. Agua caída: los años con menor lluvia tienen un rendimiento 26,4% mayor; sin embargo, al eliminar los dos años extremos en rendimiento, no habría diferencias entre años lluviosos y los con poca lluvia.
6. *Puccinia graminis*: no hubo efecto del *P. graminis*, ya que los años con mayor ataque muestran un 6% más rendimiento que los demás.
7. Sumas de temperaturas sobre 5° C: no hubo diferencias en rendimiento entre los años con mayor sumas de temperaturas, comparados con los de menor.

De la información disponible, se puede concluir que los factores que influyen en el rendimiento serían, en orden decreciente, los siguientes: época de siembra, virosis y áfidos. No habría influencia de la lluvia, del peso del hectolitro, y del ataque de *P. graminis*. En ciertos años, el ataque de *P. graminis* y *P. recondita* causan algún daño.

RESUMEN

En la Estación Experimental La Platina se estudiaron varios contenedores de líneas de trigo cada año, en ensayos de rendimiento entre los años 1971 a 1981. Además del rendimiento, se analizó el peso del hectolitro, ataque de enfermedades e insectos.

Se observaron grandes diferencias en los valores promedios para cada uno de los caracteres estudiados en los diferentes años. Así, el rendimiento fluctuó entre 26,6 y 92,1 qq/ha; el peso del hectolitro varió entre

75,3 y 82,6; el ataque de *Puccinia graminis* fue de trazas en un año hasta 47,4% en otro; *P. recondita* fluctuó entre 0 y 20%; *P. striiformis* entre trazas y 8,5%; el virus del enanismo amarillo de la cebada varió entre 0 y 10 y el ataque de áfidos, entre 1 y 8.

En este trabajo se analiza el efecto de cada uno de estos caracteres en el rendimiento, además del efecto que tuvo en éste la época de siembra, la cantidad de lluvias y la suma de temperaturas sobre 5° C.

Los principales factores que afectaron los rendimientos de los trigos de pan, al considerar todos los años en conjunto, fueron en orden decreciente:

1. Época de siembra: los años de siembra temprana tuvieron mejores rendimientos que los años de siembra tardía.
2. Virus del enanismo amarillo de la cebada: en los años de mayor ataque de esta enfermedad hay una reducción de los rendimientos, al compararlos con los años de menor ataque.

3. Áfidos: los años de mayor ataque, en promedio, tuvieron menor rendimiento que los años con poco o sin ataque de áfidos.

No se nota asociación entre lluvia, peso del hectolitro, suma de temperaturas y ataque de *Puccinia graminis* y el rendimiento. Sin embargo, en 1978 se produjo una disminución de rendimiento debido a *Puccinia graminis*.

LITERATURA CITADA

CORTAZAR S., RENE. 1979. Importancia de los áfidos y del virus del enanismo amarillo de la cebada en trigo en la Región Centro Norte de Chile. X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas. Acapulco, México, 1979.

CORTAZAR S., RENE. 1984. Factores que influyeron en los rendimientos y otros caracteres en los trigos de la Est. Exp. La Platina en los años 1971 y 1981. I. Efectos en las diferencias entre trigos de pan y candeales. Agricultura Técnica (Chile) 44.

CORTAZAR S., RENE; RAMIREZ, IGNACIO; MORENO, OSCAR; HACKE, ERNESTO; RIVEROS, FERNANDO y

ZOLEZZI, MARCELO. 1982. Efecto de la época de siembra de trigo en terrenos de riego sobre el rendimiento y ataque de polvillo colorado de la caña en la Región Centro Norte de Chile. Agricultura Técnica (Chile) 42(3): 227–233.

HACKE, ERNESTO. 1982. Análisis del comportamiento de variedades de trigo frente a los polvillos. La Platina 1960–1979. Agricultura Técnica (Chile) 42(2): 115–120.

PROGRAMA TRIGO. 1971–1981. Archivo Técnico del Programa de Mejoramiento de Trigo para la Región Centro–Norte de Chile. Estación Experimental La Platina. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.