

RELACION DE LA LLUVIA Y TEMPERATURA CON LA INTENSIDAD
DE ATAQUE DE TRES POLVILLOS DEL TRIGO, EN LA EST. EXP.
LA PLATINA. PERIODO 1965 A 1983¹

Relation between rainfall and temperature with incidence of three wheat
rusts, at La Platina Exp. Sta. Period 1965 to 1983

René Cortázar S.²

SUMMARY

Correlations were determined between the average incidence of *P. striiformis*, *P. recondita* and *P. graminis* on several hundred wheat lines, under study each year, with rainfall and sum of degree-days (base 5° C), in different periods in the respective years.

There were no correlations between degree-days and the incidence of *P. striiformis* and *P. recondita*, in any of the periods considered. A high correlation was found between degree-days in October and the incidence of *P. graminis* ($r = 0.65$).

The incidence of *P. striiformis* was associated with rainfall in the first half of August ($r = 0.72$) and in August ($r = 0.69$). *P. recondita* was associated with rainfall in the second half of September ($r = 0.76$) and in September ($r = 0.66$). *P. graminis* was correlated with rainfall in the second half of November ($r = 0.75$) and in November ($r = 0.79$).

Correlations were also found between *P. graminis* and rainfall in the second half of July ($r = 0.67$) and in July ($r = 0.58$). Biologically it is difficult to explain these last correlations, because this fungus grows much later in the year; but the correlation found between rainfall in July and in November ($r = 0.74$), explains this apparent association.

No other correlations were found in the periods studied.

Para obtener resistencia a las enfermedades, en un programa de mejoramiento genético, es necesario que éstas se presenten todos los años, para que pueda efectuarse la selección.

En el Programa de Mejoramiento de Trigo de La Platina (INIA), desde 1963 se inoculan todos los años hileras bordes de variedades susceptibles con esporas de *Puccinia graminis*, para que a partir de ellas se produzca la infección del material en estudio. Desde 1980, además, se efectúan inoculaciones con *P. recondita* y *P. striiformis*.

La forma de efectuar estas inoculaciones es similar en todos los años, sin embargo la intensidad de la enfermedad en el material en ensayo es muy variable, en diferentes años.

La variación de la intensidad de las enfermedades podría atribuirse a la falta del inóculo inicial, pero esta explicación no sería válida para *P. graminis*, ya que cada año se ponen miles de inyecciones que dan origen a pústulas, por lo que se puede asegurar que el inóculo está presente. Al descartar esta falta, en este caso las variaciones entre años se deben a diferencias en la propagación de la enfermedad, a partir del inóculo inicial.

Estas diferencias podrían atribuirse a la falta de la humedad necesaria para la germinación de las esporas, o a bajas temperaturas, que alargan el período de desa-

¹ Recepción de originales: 31 de octubre de 1984.

Trabajo presentado en las XXXV Jornadas Agronómicas, Santiago, 1984.

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

rollo del hongo, disminuyendo el número de generaciones (Stakman y Harrar, 1957).

En estudios efectuados en Minnesota, se observó una correlación entre las temperaturas medias de los dos últimos meses de crecimiento del trigo y de la cantidad total de lluvias con la intensidad del ataque de *P. graminis*. Se señala que si la lluvia es inferior a 2" o las temperaturas medias inferiores a 60° F, no hay desarrollo de *Puccinia*. Con temperaturas de 62° F, el ataque no sobrepasa el 40%. Con temperaturas entre 66° y 72° F y con más de 2,5" de lluvia, el ataque llega a 90% (Levine, 1928). Resultados comparables se obtuvieron en Canadá (Craigie, 1945).

En Chile se determinó que la intensidad de la enfermedad estaba correlacionada con la media mínima invernal (Letelier, 1944).

En este trabajo se estudia la relación entre la intensidad de ataque de los tres polvillos con la lluvia caída y la suma de temperaturas sobre 5° C, en diferentes períodos.

MATERIALES Y METODOS

Cada año se siembran, en ensayos de rendimiento en la Estación Experimental La Platina, varios centenares de líneas de trigo. A cada línea en ensayo se le pone una nota, indicando la intensidad de las enfermedades, en una escala de 0 a 100. Para estimar la intensidad de cada año, se sacó el promedio de ataque entre todas las líneas en los ensayos. Los promedios para los años 1965 a 1979 se obtuvieron de Hacke (1982); los promedios de 1980 a 1983, se calcularon tomando la información de los libros de ensayos del Programa Mejoramiento de Trigo de la Estación.

Se estimó adecuado considerar las sumas de temperaturas sobre 5° C en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre.

La aparición de los tres polvillos ocurre en diferentes períodos, presentándose primero el *P. striiformis*, seguido de *P. recondita* y, por último, *P. graminis*. Se estimó conveniente considerar la lluvia caída quince-

nalmente en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Además, se anotó la lluvia caída mensualmente en julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre.

Se determinaron las correlaciones simples entre intensidad de ataque de las enfermedades con la lluvia caída en los diferentes períodos y las correlaciones entre ataque de las enfermedades y las sumas de temperaturas sobre 5° C.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En el Cuadro 1 se indica la intensidad de ataque de los tres polvillos y las sumas de temperaturas en los diferentes períodos considerados.

Como puede verse, no hubo coincidencia en los años en que ocurrió el mayor ataque en los tres polvillos, lo que estaría indicando que requieren condiciones ambientales diferentes para su desarrollo. Con los datos del cuadro, se calcularon las correlaciones entre la intensidad de ataque de cada enfermedad y las sumas de temperaturas en los meses considerados. Estas correlaciones se presentan en el Cuadro 2. No se observa correlación entre sumas de temperaturas en los diferentes meses estudiados y la intensidad de ataque de *P. striiformis* y *P. recondita*.

La intensidad de ataque de *P. graminis* muestra una correlación positiva y significativa al 1% con la suma de temperaturas del mes de octubre. En los demás meses no hay correlación. Esta asociación se explicaría por el mayor número de generaciones del hongo que se producen a temperaturas más elevadas (Stakman y Harrar, 1957).

En el Cuadro 3 se presenta la intensidad de ataque de los tres polvillos y la lluvia caída, en los diferentes períodos considerados. Con estos datos se calcularon las correlaciones entre la intensidad de ataque de cada enfermedad y los diferentes períodos de lluvia. (Cuadro 4).

En el caso de *P. striiformis*, puede verse que la asociación del ataque de la enfermedad con la lluvia caída en la primera quincena de agosto es muy alta ($r = 0,73$; $P \leq 0,001$). Todos los demás períodos quincenales muestran valores muy bajos de correlación. También hay correlación con la lluvia caída en todo el mes de agosto ($r = 0,69$; $P \leq 0,01$).

En relación con *P. recondita*, se observa una alta correlación con la lluvia caída en la segunda quincena ($r = 0,76$; $P \leq 0,001$) y en todo el mes de septiembre ($r = 0,66$; $P \leq 0,01$).

P. graminis muestra una elevada correlación con la lluvia caída en la segunda quincena ($r = 0,75$; $P \leq 0,001$) y en el mes de noviembre ($r = 0,79$; $P \leq 0,001$). También, muestra correlación con la lluvia caída en la segunda quincena ($r = 0,67$; $P \leq 0,01$) y en el mes de julio ($r = 0,58$; $P \leq 0,01$). Estas últimas correlaciones serían muy difíciles de explicar biológicamente, ya que el hongo empieza su desarrollo en fechas posteriores. Sin embargo, se pudo comprobar que por coincidencia había correlación ($r = 0,74$) entre la lluvia caída en julio y en noviembre, lo que explicaría esta aparente asociación con ataque de *P. graminis*.

CUADRO 1. Intensidad de ataque de *P. striiformis*, *P. recondita* y *P. graminis* y sumas de temperaturas sobre 5° C, en diferentes períodos

TABLE 1. Incidence of *P. striiformis*, *P. recondita* and *P. graminis* and sums of temperatures above 5° C, in different periods

Años	Promedio anual de ataque (°/o)			Sumas de temperaturas sobre 5° C				
	<i>P.s.</i>	<i>P.r.</i>	<i>P.g.</i>	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
1965	12,5	2,2	2,7	107,0	111,6	166,5	258,9	342,0
1966	2,8	3,8	15,0	114,7	99,2	177,0	254,2	321,0
1967	0,8	0,0	16,2	45,0	107,0	126,0	258,9	330,0
1968	2,7	0,0	6,4	124,0	184,5	219,0	238,7	336,0
1969	3,3	1,0	6,2	162,9	156,5	232,5	248,0	325,5
1970	4,9	1,4	7,5	94,6	128,7	204,0	274,4	321,0
1971	0,6	2,7	7,4	153,5	116,3	178,5	275,9	381,0
1972	6,5	10,1	2,8	86,8	125,6	195,0	238,7	292,5
1973	2,0	0,0	1,5	35,3	114,7	151,5	209,3	318,0
1974	1,2	0,0	3,2	58,9	161,2	181,5	271,3	295,5
1975	8,5	0,0	5,4	82,2	116,3	165,0	260,4	292,5
1976	0,7	0,0	15,0	99,2	128,7	169,5	266,6	358,5
1977	1,4	0,0	2,0	68,2	133,3	192,0	282,1	352,5
1978	4,0	0,0	47,4	169,0	110,1	196,5	313,1	349,5
1979	4,8	0,0	16,9	150,4	184,5	171,0	282,1	327,0
1980	0,1	20,0	19,0	111,6	145,7	190,5	265,1	325,5
1981	0,1	0,1	0,1	105,4	164,3	187,5	246,5	333,0
1982	5,9	15,1	10,3	144,2	184,5	214,5	260,4	319,5

P.s. = *P. striiformis*; *P.r.* = *P. recondita*; *P.g.* = *P. graminis*.

CUADRO 2. Coeficientes de correlación entre intensidad de ataque de *P. striiformis*, *P. recondita* y *P. graminis* y suma de temperatura sobre 5° C, en diferentes períodos

TABLE 2. Correlation coefficients between incidence of *P. striiformis*, *P. recondita* and *P. graminis* and sum of temperatures above 5° C, in different periods

Sumas de temperaturas sobre 5° C en:	Intensidad de ataque		
	<i>P. striiformis</i>	<i>P. recondita</i>	<i>P. graminis</i>
Julio	0,11	0,15	0,45
Agosto	- 0,13	0,18	- 0,19
Septiembre	0,04	0,27	- 0,01
Octubre	- 0,00	- 0,07	0,65*
Noviembre	- 0,31	- 0,20	0,26

* Significativo al 1°/o.

Las altas correlaciones obtenidas entre intensidad de ataque de las enfermedades y la lluvia, en ciertos períodos, estaría indicando el momento en que se produce la propagación a partir del inóculo presente. Es

decir, un mes de agosto seco afectaría la propagación de *P. striiformis*, un mes de septiembre con poca lluvia afectaría a *P. recondita* y la poca humedad de noviembre limitaría el ataque de *P. graminis*.

CUADRO 3. Intensidad de ataque de *P. striiformis*, *P. recondita* y *P. graminis* y cantidad de lluvia caída (mm), en diferentes períodos

TABLE 3. Incidence of *P. striiformis*, *P. recondita* and *P. graminis* and rainfall (mm), in different periods

Años	Promedio anual de ataque (%o)			Lluvia caída en cada quincena (mm)										Lluvia caída mensual (mm)				
				Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
	P.s.	P.r.	P.g.	1a.	2a.	1a.	2a.	1a.	2a.	1a.	2a.	1a.	2a.					
1965	12,5	2,2	2,7	51,0	76,8	170,7	3,1	5,9	0,0	18,6	1,4	0,0	4,9	127,9	173,8	5,9	20,0	4,9
1966	2,8	3,8	15,0	75,6	43,6	23,2	30,2	0,0	1,6	0,0	7,6	19,6	0,0	119,2	53,4	1,6	7,6	19,6
1967	0,8	0,0	16,2	0,0	56,1	1,9	22,5	40,0	0,0	0,2	19,3	0,0	0,0	56,1	24,4	40,0	19,5	0,0
1968	2,7	0,0	6,4	0,0	5,7	0,5	9,7	18,6	16,5	0,0	0,0	0,0	0,2	5,7	10,2	35,1	0,0	0,2
1969	3,3	1,0	6,2	28,2	5,0	57,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,2	57,6	0,1	0,0	0,0
1970	4,9	1,4	7,5	62,0	115,2	7,5	0,0	8,4	5,4	17,0	32,5	0,0	0,0	117,2	7,5	13,8	49,5	0,0
1971	0,6	2,7	7,4	29,5	0,3	24,9	15,4	6,6	0,0	18,4	0,0	0,0	0,0	29,8	40,3	6,6	18,4	0,0
1972	6,5	10,1	2,8	38,9	22,1	85,3	68,3	18,2	41,7	11,9	3,1	11,1	0,2	61,0	153,6	59,9	15,0	11,3
1973	2,0	0,0	1,5	48,9	49,2	1,2	0,0	0,0	7,6	15,5	23,3	0,3	0,0	98,1	1,2	7,6	38,8	0,3
1974	1,2	0,0	3,2	35,6	0,8	24,1	11,3	11,8	14,5	0,2	0,4	0,0	17,7	36,4	25,2	26,3	0,7	17,7
1975	8,5	0,0	5,4	152,8	0,9	21,7	1,0	0,3	1,1	0,0	0,0	0,0	13,9	153,6	23,2	1,4	0,1	13,9
1976	0,7	0,0	15,0	1,7	7,2	18,4	11,3	0,0	16,0	39,0	5,3	15,5	3,8	88,9	29,7	16,0	44,3	19,3
1977	1,4	0,0	2,0	55,7	105,5	45,8	0,4	3,2	0,0	30,3	0,0	0,0	34,1	161,2	46,2	3,2	30,3	34,1
1978	4,0	0,0	47,4	122,3	191,6	0,2	16,8	25,3	4,6	3,6	0,9	0,5	88,9	313,9	17,0	29,9	4,5	89,4
1979	4,8	0,0	16,9	0,1	105,3	0,6	39,3	29,1	29,5	0,0	0,1	9,7	17,0	105,3	39,9	58,6	0,1	26,7
1980	0,0	20,0	19,0	21,0	72,9	10,0	0,5	0,1	72,7	0,2	0,1	11,5	0,6	93,4	10,0	73,8	0,3	12,1
1981	0,1	0,1	0,1	33,8	0,3	3,7	7,4	15,9	0,0	11,2	0,9	0,5	0,3	34,1	11,1	15,9	12,1	0,8
1982	5,9	15,1	10,7	77,4	43,4	64,3	19,8	30,1	25,1	0,3	25,1	0,4	0,0	120,8	84,1	55,2	25,4	0,4
1983	1,4	3,8	1,4	92,8	3,7	12,7	30,6	4,3	31,9	0,9	0,3	0,0	0,0	96,5	43,3	36,2	1,2	0,0

P.s. = *P. striiformis*; P.r. = *P. recondita*; P.g. = *P. graminis*.

CUADRO 4. Coeficiente de correlación entre intensidad de ataque de *P. striiformis*, *P. recondita* y *P. graminis* y la lluvia caída en diferentes períodos

TABLE 4. Correlation coefficients between incidence of *P. striiformis*, *P. recondita* and *P. graminis* and rainfall, in different periods

Lluvia caída en	<i>P. striiformis</i>	<i>P. recondita</i>	<i>P. graminis</i>
1ª quincena julio	0,40	-0,00	0,19
2ª quincena julio	0,20	-0,00	0,67*
1ª quincena agosto	0,73**	0,21	-0,31
2ª quincena agosto	0,09	0,20	0,10
1ª quincena septiembre	0,01	-0,03	0,30
2ª quincena septiembre	-0,15	0,76**	0,08
1ª quincena octubre	-0,02	-0,19	-0,15
2ª quincena octubre	0,11	0,18	0,05
1ª quincena noviembre	-0,11	0,31	0,23
2ª quincena noviembre	0,09	-0,22	0,75**
Julio	0,37	-0,00	0,59*
Agosto	0,69*	0,26	0,24
Septiembre	-0,09	0,66*	0,28
Octubre	-0,01	-0,11	-0,18
Noviembre	0,03	-0,16	0,79**

*Significativo al 1 por ciento.

**Significativo al 1 por mil.

RESUMEN

Se comparó el ataque promedio de los tres polvillos en varios centenares de líneas, en ensayos cada año, con la lluvia caída y la suma de temperaturas sobre 5° C, en diferentes períodos.

No se encontró asociación entre las sumas de temperaturas sobre 5° C y la intensidad del ataque de *P. striiformis* y de *P. recondita*, en ninguno de los períodos considerados; tampoco se encontró asociación entre la intensidad del ataque de *P. graminis* y las sumas de temperaturas en los meses de julio, agosto, septiembre y noviembre, pero sí con las sumas de temperaturas de octubre ($r = 0,65$; $P \leq 0,01$).

Se encontró alta correlación entre el ataque de *P. striiformis* y la lluvia caída en la primera quincena ($r = 0,72$) y en el mes de agosto ($r = 0,69$).

En el caso de *P. recondita*, se encontró correlaciones altas con la lluvia caída en la segunda quincena ($r = 0,76$) y en el mes de septiembre ($r = 0,66$).

Puccinia graminis mostró una alta correlación con la lluvia caída en la segunda quincena ($r = 0,75$) y en el mes de noviembre ($r = 0,79$). También, mostró correlación con la lluvia caída en la segunda quincena ($r = 0,67$) y en todo el mes de julio ($r = 0,58$). Estas últimas serían difíciles de explicar biológicamente, ya que este hongo empieza su desarrollo en fechas posteriores. Se pudo comprobar que había correlación ($r = 0,74$) entre la lluvia caída en julio y noviembre, lo que explicaría esta aparente asociación. Todas las demás correlaciones no fueron significativas al 50/o.

De acuerdo con estos resultados, se puede concluir que un mes de agosto seco afectaría la propagación de *P. striiformis*, un mes de septiembre con poca lluvia afectaría a *P. recondita* y la poca humedad en noviembre limitaría el ataque de *P. graminis*.

LITERATURA CITADA

- CRAIGIE, J.H. 1945. Epidemiology of stem rust in Western Canada. *Sci. Agric.* 25: 285—401.
- HACKE E., E. 1982. Análisis del comportamiento de variedades de trigo frente a los polvillos. *La Platina 1960—1979. Agricultura Técnica (Chile)* 42 (2): 115—120.
- LETELIER A., E. 1944. Factores climáticos que condicionan el ataque de *Puccinia graminis tritici* en Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 4: 170—178.
- LEVINE, M.N. 1928. Biometrical studies on the variation of physiologic forms of *Puccinia graminis tritici* and the effects of ecological factors on the susceptibility of wheat varieties. *Phytopathology* XVIII: 7—123.
- STAKMAN, E.C. and HARRAR, J.G. 1957. *Principles of Plant Pathology*. New York, The Ronald Press. p: 301—342.