

Efecto de la época de siembra y de la protección en diferentes estados fenológicos del trigo Mexifén, en la incidencia del complejo virus áfidos¹

Carlos Quiroz E.²

INTRODUCCION

Desde el año 1968, los áfidos constituyen el principal problema fitosanitario del trigo en Chile. Tal situación se vio agravada a partir de 1975, debido a la dispersión y alta incidencia del virus del enanismo amarillo de cebada (BYDV) en prácticamente todas las zonas trigueras del país.

Entre las medidas tendientes a disminuir el daño producido por los áfidos, está la de variar la época de siembra, de manera que el mayor crecimiento de la población no coincida con el de mayor susceptibilidad del cultivo. (Martín, 1964, citado por Carrillo y Mellado, 1975) (Zúñiga, 1976). Carrillo y Mellado (1975), señalan que *Metopolophium dirhodum* (Walker) afecta el rendimiento del grano y varios de sus componentes, siendo mayor el daño causado por el áfido al atrasar la época de siembra, a pesar de haber encontrado los menores índices de áfidos en las siembras más tardías. En relación al virus, Caglević y Urbina (1976) señalan que la existencia de días luminosos, de temperaturas moderadas y de déficit de agua en el suelo, condiciones que pueden darse en siembras muy tempranas o muy tardías, favorecen el desarrollo del patógeno en la planta.

Por otra parte, se puede disminuir el da-

ño al proteger artificialmente a las plantas en etapas de desarrollo en que, por condiciones ambientales favorables a la plaga, se produce un mayor ataque de áfidos. Castillo y Acevedo (1976), determinaron en Temuco que el periodo fenológico más crítico comprendió entre iniciación de encañado y hoja bandera, concluyendo que la protección con áfidas durante estos periodos aumenta considerablemente los rendimientos. Andersson (1974), en Suecia, encontró que no se produjo daño sino después del estado 10.1 de Escala de Feekes (Large, 1954), de acuerdo a los resultados de un ensayo de campo donde *Sitobion avenae* fue la especie más importante.

Los objetivos de este trabajo fueron determinar la influencia de la época de siembra en el rendimiento y los distintos componentes de rendimiento y efecto de diferentes densidades de población de áfidos. Además determinar el efecto de la protección artificial de las plantas de trigo al ataque de áfidos, en diferentes periodos de desarrollo vegetativo.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se efectuó en la Estación Experimental La Platina (INIA), ubicada en la Comuna de La Granja, Provincia de Santiago, Chile.

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Los tratamientos y subtratamientos se presentan en el Cuadro 1. Las parcelas consistieron de

¹Trabajo presentado a las xxviii Jornadas Agronómicas. Valdivia, Chile.

Recepción originales: 3 de enero de 1978.

²Ing. Agr., Programa Cereales, Entomología, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

5 hileras de 5 m de largo c/u, separadas a 30 cm, con una superficie total de 7,5 m².

La protección se efectuó con el aficida Pirimicarb, asperjado en dosis de 75 g I.A./ha, aproximadamente cada 10 días, entre principios de septiembre y principios de diciembre. El número promedio de aspersiones efectuadas para las épocas de siembra, así como la duración del período de protección, aparecen en el Cuadro 2.

Cuadro 1 — Epocas de siembra y períodos fenológicos protegidos del ataque de áfidos.

Tratamientos Epocas de siembra	Subtratamientos Período de protección
I. 25 junio 1976	I. Sin protección
II. 15 julio 1976	II. Todo el período
III. 17 agosto 1976	III. Macolla-Hoja bandera
	IV. Hoja bandera-Florescencia
	V. Florescencia-Grano lechoso

Cuadro 2 — Número de aspersiones y duración del período de protección, promedio de las tres épocas de siembra.

Período	Duración período (días)	aplicaciones Nº
Todo el período	88	8
Macolla-		
Hoja bandera	41	4
Hoja bandera-		
Florescencia	23	3
Florescencia-		
Grano lechoso	16	2

Se realizó un total de 8 recuentos de poblaciones, a través de la estación de crecimiento, tomando cada vez 4 ejes, al azar, por parcela. En ellos se contó el número de áfidos, total y por especie, el número de áfidos pa-

rasitados y depredados. En base a estos recuentos, se expresó la población de áfidos de acuerdo al índice de áfidos propuestos por Rautapaa (1966).

Se determinó el rendimiento por hectárea, peso del hectolitro y peso de mil granos, a partir de material cosechado en una superficie de 3,3 m², en cada parcela. Dos muestras de 0,5 m lineales cada una, permitieron determinar el número de granos por espiga, el número de espigas por m² y el porcentaje de espigas con sintomatología de virosis (espigas erectas, cerradas, de poco vigor y con glumas oscurecidas).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Efecto de épocas de siembra.

En el Cuadro 3 se observa que la época I tuvo un rendimiento estadísticamente superior a las restantes. Un atraso de veinte días en la siembra significó una disminución de 16,1% en el rendimiento, mientras que un atraso de 50 días respecto de la época normal, ocasionó una pérdida de 25,5%. Esto puede deberse a que las plantas tienen un menor período vegetativo y que, además, cualquier factor adverso al desarrollo tendría mayores efectos que una alteración en la época normal.

Al analizar los componentes de rendimiento y otros factores, se observa en el Cuadro 3, que la época no incidió en el peso del hectolitro, peso de mil granos, número de espigas por m² ni en el porcentaje de espigas dañadas. En cambio, se aprecia una disminución estadísticamente significativa en el número de granos por espiga, lo que indicaría que éste fue el componente más afectado por el atraso en la siembra.

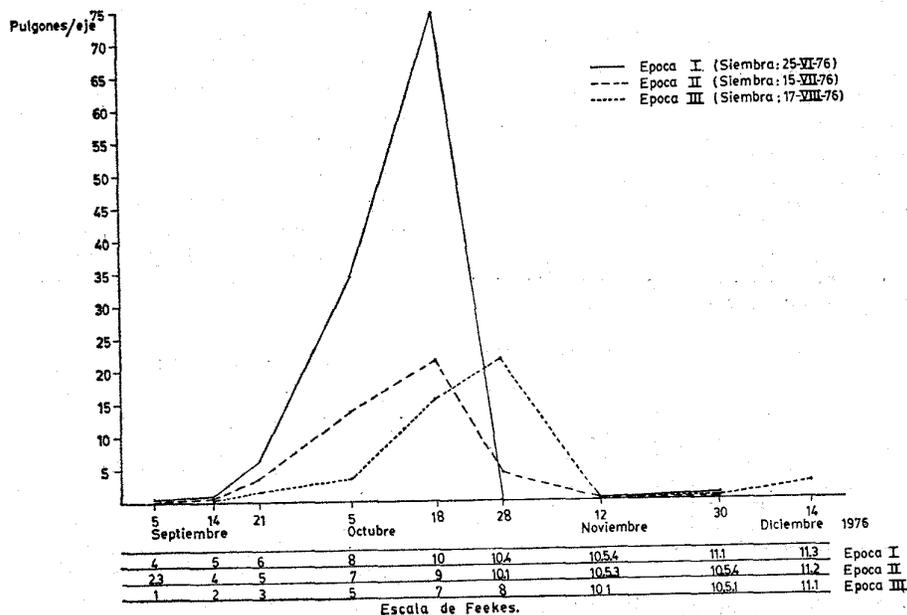
En cuanto a áfidos, éstos aparecieron en estados de desarrollo menos avanzados en las

Cuadro 3 — Efecto de la época de siembra en el rendimiento y algunos componentes de rendimiento en trigo cv. Mexifén. Estación Experimental La Platina, 1976-1977.

Epoca	Rendimiento (qq/ha)	Peso hecto- litro	Peso 1.000 granos	Nº espigas por m ²	Nº granos por espiga	Porcentaje de espigas dañadas*
25 junio	46,817 a	76,24 a	30,91 a	670,6 a	23,67 a	48,97 a
15 julio	39,281 b	76,34 a	30,01 a	693,3 a	22,43 ab	49,89 a
17 agosto	34,900 b	77,28 a	30,15 a	632,9 a	21,22 b	52,31 a

*Espigas que presentaron síntomas que podrían corresponder a virosis.
Los valores con igual letra en las columnas no difieren significativamente según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P ≤ 0,05).

Figura 1 — Efecto de la época de siembra sobre la población promedio de pulgones por eje, en parcelas sin protección, cv. Mexifén. Estación Experimental La Platina.



épocas más tardías. Es así como en la época I, éstos llegaron al cultivo al estado 4 de la Escala de Feekes, en la época II al estado 2-3 y en la época III al estado 1 (Figura 1). Al mismo tiempo, sus poblaciones máximas se obtuvieron en plantas más jóvenes a medida que se atrasó la siembra; en la época I, la población máxima se encontró al estado 10 de la Escala de Feekes, en la época II al estado 9 y en la época III al estado 8.

A pesar que las poblaciones máximas y el índice de áfidos disminuyeron en siembras tardías los máximos rendimientos se obtuvieron en la primera época, lo que indicaría que las condiciones ambientales permitieron un mejor desarrollo del potencial productivo de las plantas. Esto se habría traducido en una mayor capacidad para resistir una determinada población de áfidos, es decir, el daño ocasionado por un individuo en un día fue mayor en la época más tardía (Cuadro 4). De esta manera, y de acuerdo a estos resultados, un índice de áfidos de 1000, habría ocasionado una pérdida de 18,7% en la época I, mientras que en la siembra III esta pérdida se habría elevado a 69,2% con el mismo índice.

En las tres épocas, la especie más abundante en condiciones naturales (parcelas sin protección), fue *Metopolophium dirhodum*, muy

Cuadro 4 — Poblaciones máximas de áfidos por eje e índice de áfidos en tratamientos sin protección y porcentaje de pérdida producida por un áfido-día, en parcelas sin protección comparados con protección permanente. Tres épocas de siembras, Trigo cv. Mexifén.

Epoca de siembra	Población máxima de áfidos por eje	Índice de áfidos	Porcentaje pérdida producido por 1 áfido-día
Epoca I	74,63	1405,0	0,0187
Epoca II	21,42	538,2	0,0585
Epoca III	21,75	543,5	0,0692

superior a *Sitobion avenae* y a otros (*Rhopalosiphum padi*, *Schizaphis graminum* y ejemplares aislados de *Rhopalosiphum maidis* (Cuadro 5). La población de *S. avenae* fue escasa durante el ensayo, mientras que las de *R. padi* y *S. graminum* bajaron violentamente al atrasar la siembra, desapareciendo virtualmente en las más tardías, lo que ratifica que estas especies tienen un buen control natural, especialmente cuando las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de sus enemigos naturales.

Cuadro 5 — Índice de áfidos por especie para cada época de siembra de trigo Mexifén, en parcelas sin protección.

Epoca	<i>M. dirhodum</i>	<i>S. avenae</i>	Otros
Epoca I	1285,44	38,26	81,74
Epoca II	491,74	27,82	18,64
Epoca III	525,79	12,52	5,19
Sumatoria épocas	(2302,97)	(78,60)	(105,57)
Porcentaje por especie	92,59%	3,10%	4,24%

2. Efecto de la protección en diferentes estados fenológicos.

En el Cuadro 6 se presenta el efecto de la protección en diferentes estados de desarrollo vegetativo, en los distintos factores de rendimiento.

Se observa que el rendimiento disminuyó al atrasar la etapa fenológica en que se protegió las plantas; el rendimiento fue estadísticamente igual entre parcelas con protección permanente y aquellas en que se protegió de macolla a hojas bandera. Esto está estrechamente relacionado con las poblaciones de áfidos, puesto que estos insectos aparecieron en macolla, alcanzando las mayores poblaciones en hoja bandera. El resto de los tratamientos fueron significativamente distintos a los mencionados, puesto que la protección se inició después de llegar a las poblaciones más altas (Figura 2). Los componentes de rendimiento

y otros factores afectados fueron el peso del hectolitro, peso de mil granos y número de granos por espiga. Estos tuvieron una disminución estadísticamente significativa cuando la protección se inició después de la hoja bandera, lo que indica que el daño directo ocasionado por estos insectos se manifiesta a través de chupadura de granos (disminución del peso del hectolitro y peso de mil granos) y en un menor número de granos por espiga.

Todos los tratamientos, incluyendo el de protección permanente, habrían presentado daño por virosis, puesto que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en el porcentaje de espigas con síntomas de virosis (Cuadro 6) y, por otro lado, el peso del hectolitro en ningún tratamiento fue superior a 78,34. De acuerdo a Cortázar (1977), en el cultivar empleado un peso del hectolitro inferior a 80 se debe a esta enfermedad, cuando otros factores, tales como ataque de polvillo, enfermedades radiculares o violentos períodos de sequía durante el llenado del grano, están ausentes.

Las poblaciones máximas de áfidos encontradas en las tres épocas de siembra entre la aparición de la hoja bandera inmediatamente antes del comienzo de la espigadura, pueden deberse a condiciones ambientales más favorables para el desarrollo del insecto y la escasa presencia de enemigos naturales. En todas las épocas de siembra, el ataque disminuyó notablemente a partir de espigadura, fundamentalmente por la acción de *Entomophthora* spp, en una primera etapa, y por la acción simultánea de hongos y depredadores,

Cuadro 6 — Efecto de la protección en diferentes períodos fenológicos en el rendimiento y algunos componentes de rendimiento del trigo Mexifén. Estación Experimental La Platina, 1976.

Período de protección	Rendimiento	Peso hectolitro	Peso 1.000 granos	Nº de espigas por m²	Nº de granos por espiga	Porcentaje de espigas dañadas*
Testigo	36,96 bc	75,81 b	29,95 bc	655,7 a	21,25 b	46,03 a
Prot. Permanente	46,11 a	78,34 a	32,25 a	656,6 a	24,11 a	47,95 a
Mac.-Hoja bandera	43,72 a	77,66 a	31,19 a	666,6 a	25,79 a	52,92 a
H. bandera						
Florescencia	38,93 b	76,00 b	29,77 bc	687,3 a	21,62 ab	49,68 a
Florescencia-Grano lechoso	35,92 c	75,28 b	28,65 c	663,4 a	21,78 ab	55,38 a

*Espigas que presentaron síntomas que podrían corresponder a virosis.
Los valores con igual letra en las columnas no difieren significativamente según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

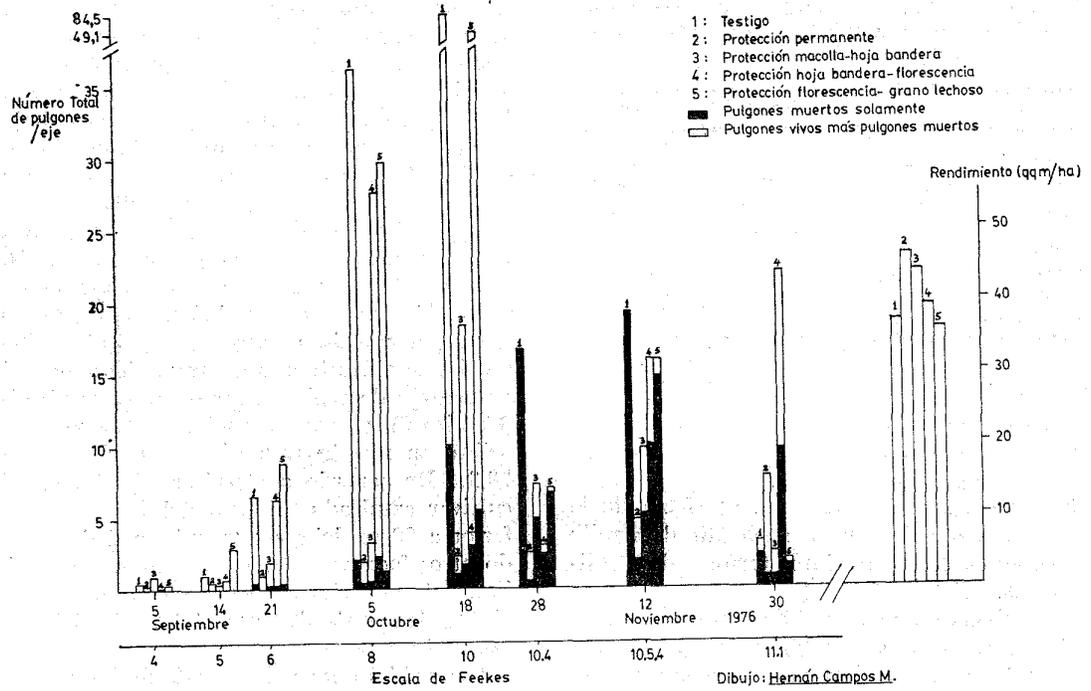


Figura 2 — Número total de pulgones vivos y muertos (por hongos, sirphidos y microhimenópteros) por eje y rendimiento de los diferentes tratamientos de protección a través del desarrollo vegetativo del trigo cv. Mexifén, fecha siembra 15-VI-1976. Estación Experimental La Platina.

principalmente sirfidos, en una etapa posterior. El efecto del control natural fue tan eficaz, que las parcelas testigos llegaron prácticamente a cero áfido por eje en este período en forma violenta (Figura 1). Es importante hacer notar la acción de los enemigos natu-

rales; en la Figura 3 se observa la población de áfidos en el tratamiento de protección permanente para la época de siembra normal, apreciándose que los áfidos aumentaron hasta la madurez fisiológica, lo que indicaría que, en ausencia de enemigos naturales (funda-

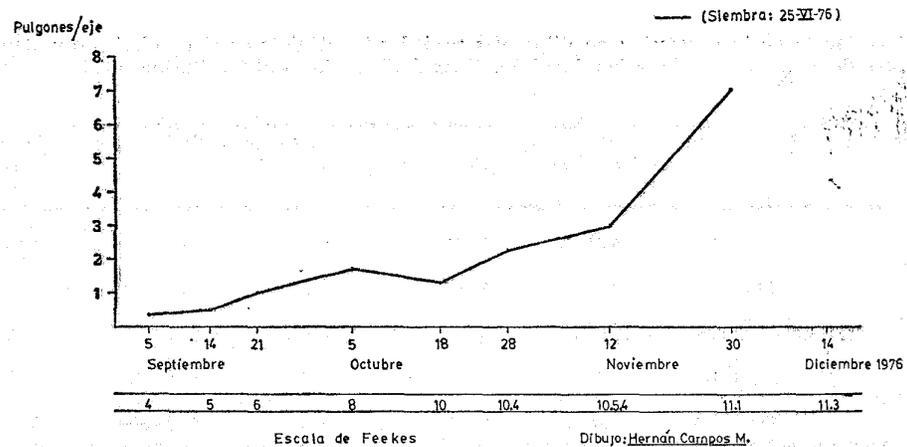


Figura 3 — Población promedio de pulgones por eje, en parcelas con protección permanente, cv. Mexifén. Estación Experimental La Platina.

mentalmente por efecto de insecticida), los áfidos presionaron en tal forma sobre el cultivo que la población siguió creciendo a pesar del insecticida.

El porcentaje de pérdida ocasionado por un índice de áfidos de 1000, varió entre 18,7 y 38,2% en los tratamientos de protección en diferentes periodos en la época normal, como se aprecia en el Cuadro 7. Esta variación no permite hablar de periodos de mayor susceptibilidad a áfidos. Tan sólo es posible establecer la correlación negativa altamente significativa entre el índice de áfidos y la pérdida de rendimiento (Figura 4).

CONCLUSIONES

Epoca de siembra.

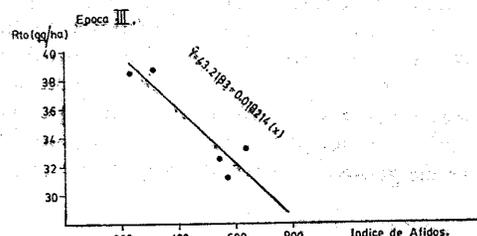
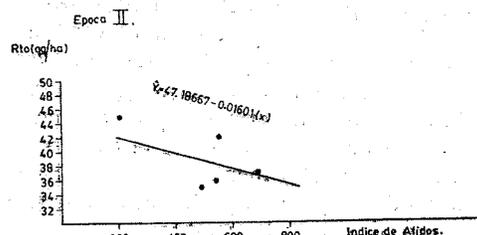
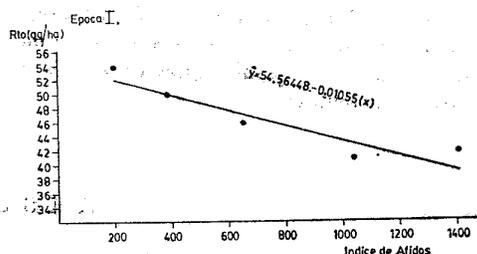
Los mayores rendimientos se lograron en la época I, disminuyendo éstos en forma significativa en las dos restantes. De los componentes de rendimiento, sólo resultó afectado el número de granos por espiga, el que disminuyó en las siembras más tardías.

Los áfidos aparecieron en estados de desarrollo vegetativo menos avanzados en siembras más tardías, alcanzando las poblaciones máximas también antes. El daño ocasionado por ellos fue mayor a medida que se atrasó la siembra.

La especie más importante fue *Metopolophium dirhodum*, que constituyó en promedio, alrededor del 93% de la población.

Cuadro 7 — Poblaciones máximas por eje, índice de áfidos y porcentaje de pérdida por un áfido-día, en tratamientos de protección en diferentes periodos fenológicos, en trigo Mexifén (siembra: 25 junio de 1976). Estación Experimental La Platina.

Periodo de protección	Población máxima áfidos/eje	Índice áfidos	Porcentaje de pérdida producida por 1 áfido-día
S/n protección	74.63	1405.0	0,0187
Todo el período	7.00	194.6	—
Macolla-			
Hoja bandera	16,78	382,4	0,0382
Florescencia	25,70	649,7	0,0332
Florescencia-			
Grano lechoso	43,92	1038,1	0,0285



Dibujo: Hernán Campos, M.

Figura 4 — Representación de las ecuaciones de las rectas de regresión entre rendimiento e índice de áfidos, en tres épocas de siembra, cv. Mexifén. Estación Experimental La Platina.

Protección en diferentes periodos fenológicos.

La protección de plantas entre macolla y hoja bandera, resultó tan efectiva como aquella en que se cubrió todo el período. Esto tuvo estrecha relación con las poblaciones de áfidos, puesto que aparecieron en macolla alcanzando las mayores poblaciones en hoja bandera. La no protección en este período implicó un menor número de granos por espiga y chupadura de los granos (menor peso del hectolitro y de 1000 granos).

Todos los tratamientos, incluyendo el de protección permanente, habrían presentado virosis, ya que no hubo diferencias en el porcentaje de espigas con síntomas de la enfermedad y, por otro lado, el mayor peso del hectolitro sólo fue de 78,34.

La acción eficaz de los enemigos naturales,

principalmente hongos del género *Entomophthora* y larvas de sírfidos, habría causado la violenta caída en las poblaciones de áfidos a partir de hoja bandera.

Hubo una correlación negativa altamente significativa entre el índice de áfidos y la pérdida registrada en el rendimiento, en cada una de las épocas de siembra.

R E S U M E N

Se realizó un ensayo en la Estación Experimental La Platina, sembrado en tres épocas y con protección en diferentes períodos fenológicos, a fin de determinar la incidencia de estos aspectos en el rendimiento, los componentes de rendimiento y otros factores y sobre las poblaciones de áfidos y su daño.

El rendimiento disminuyó significativamente en las últimas épocas de siembra, siendo el número de granos/espiga el componente más afectado. En las siembras tardías, los áfidos aparecieron sobre el cultivo y alcanzaron sus poblaciones máximas en estados de desarrollo menos avanzados. Esta condición, así como el menor período vegetativo de las plantas, pudieron incidir en el daño producido por áfidos, puesto que aumentó al atrasar la siembra.

La protección de las plantas entre macolla y hoja bandera, fue tan efectiva como cuando se cubrió todo el período, lo que tendría estrecha relación con los áfidos, que llegaron a sus niveles máximos en hoja bandera. La no protección durante esta etapa implicó una baja en el número de granos/espiga y en el peso de granos.

Todos los tratamientos habrían presentado virosis en niveles similares, ya que no hubo diferencias significativas en el porcentaje de espigas con síntomas de enfermedad. Por otra parte, en general el peso del hectolitro fue bajo, aun en el tratamiento de protección permanente, lo que se puede atribuir a virus.

S U M M A R Y

EFFECT OF SOWING DATE AND CHEMICAL PROTECTION AT DIFFERENT GROWTH STAGES OF WHEAT cv. MEXIFEN, ON THE INCIDENCE OF THE BYDV-APHIDS COMPLEX

An experiment to evaluate the influence of three sowing dates and the effect of 4 species of cereal aphids on yield and yield components, by excluding them at different growth stages of wheat cv. Mexifen, was conducted at La Platina Experimental Station, INIA, in Santiago, Chile.

Yields were significantly reduced on the latest sowing treatments, being the number of grains per head the most affected component. Earlier aphid arrivals and higher aphid population densities were observed on younger stages of growth on the later sowing dates than on the early-sown treatment, being these conditions, as well as the shorter period of plant development, important factors of yield losses.

Plots protected with Pirimicarb each 10 days, yielded the same as the treatment sprayed from tillering to flag leaf fully developed. This fact could be closely related to aphid population densities, since the population peak was reached at flag leaf stage. No protection during this period determined a reduction on grains per head and kernel weight.

By visual observation of virus symptoms on spikes, it could be concluded that all the treatments were affected by BYDV with the same intensity.

Hectoliter weight was low in all treatments, including permanent protection.

Highly efficient activity of natural enemies, mainly the fungus *Entomophthora* spp and syrphid flies, was observed, specially since flag leaf stage.

LITERATURA CITADA

- ANDERSSON, K. 1974. West palearctic regional section of the International Organization for Biological Control. Working group. Intergrated Control Cereals. Cereal aphids damage assesment experiments 1974. Report of the Meetings.
- CAGLEVIĆ, M. y URBINA, C. 1976. El virus del enanismo amarillo. Investigación y Progreso Agrícola (Chile). 8(1): 20-21.
- CARRILLO, R. y MELLADO, M. 1975. Efecto de la época de siembra y del áfido *Metopolophium dirhodum* (Walker) en el rendimiento de cultivares de trigo de primavera (*Triticum aestivum* L.). Agricultura Técnica (Chile). 35(4): 190-204.
- CASTILLO, D. y ACEVEDO, J. 1976. Protección con afidas durante varios períodos fenológicos de trigo de invierno (*Triticum aestivum* L.). Agricultura Técnica (Chile). 36(3): 93-98.
- CORTÁZAR, R. 1977. Por qué variaron los rendimientos de trigo en 1975-76 y 1976-77? Revista del Campo, diario "El Mercurio". Abril, 1977.
- LARGE, E. C. 1954. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes Scale. Plant Pathology 3(4): 128-129.
- RAUTAPAA, J. 1966. The effect of the English grain aphid *Macrosiphum avenae* (F.) (Hom., Aphididae) on the yield and quality of wheat. Annals Agric. Fenn. 5(4): 334-341.
- ZÚÑIGA, E. 1976. Pulgones en el trigo. Investigación y Progreso Agrícola (Chile). 8(1): 16-19.