

Influencia del áfido *Metopolophium dirhodum* (Walker) y de la época de siembra en la calidad molinera, nutritiva y panadera del trigo (*Triticum aestivum* L.)¹

Roberto Carrillo Ll.², Mario Mellado Z.³, Héctor Wulf M.⁴

INTRODUCCION

El trigo (*Triticum aestivum* L.) desde el punto de vista nutricional, contribuye aproximadamente con el 40% de las necesidades energéticas y proteicas de la población nacional, alcanzando en niveles socioeconómicos bajos, valores de más del 60%, según Borja, Tagle y Donoso, citado por Tagle *et al.* (1974).

Debido a la importancia que este cereal tiene para la dieta del chileno, es necesario estudiar los diferentes problemas que lo afectan, tanto en rendimiento como en su calidad nutritiva y panadera.

Desde 1967, el áfido *Metopolophium dirhodum* se ha constituido en una plaga insectil de importancia en las sementeras de trigo, careciéndose de suficientes antecedentes sobre su influencia en aspectos nutricionales y de calidad panadera y molinera del grano.

En otros países existen algunos estudios del efecto de los áfidos en la calidad nutritiva y panadera de los cereales, pero ellos se refieren a especies de áfidos que tienen una distribución y acción diferente en la planta, comparadas con la especie *M. dirhodum*.

En Finlandia, Rautapaa (1966), efectuó una investigación, en condiciones de invernadero, para determinar la influencia del áfido *Macrosiphum avenae*⁵ (Fab.) en la calidad panadera del trigo; pero aun cuando esta especie de áfidos afectó en cierto grado los valores de Pelshenke, las diferencias producidas no fueron estadísticamente significativas. Estudios similares de Rautapaa (1968) también bajo

condiciones de invernadero, le permitieron determinar una correlación negativa altamente significativa entre el ataque del áfido *Rhopalosiphum padi* (L.) y el contenido de proteína del grano de avena.

Anglade (1969) efectuó un muestreo a nivel de campo, de plantas de trigo libres e infestadas por el áfido *M. avenae* y determinó que el ataque de este insecto produjo un aumento en el contenido de proteína y que la calidad panadera del grano no fue afectada.

En Chile, Beltrán (1972), en trigos de invierno, determinó que las parcelas con y sin ataque de *M. dirhodum* fueron estadísticamente iguales en valor de Pelshenke y contenido de proteína del grano.

En Chile, Wulf (1966) (INIA, 1971) y Barriga (1973) han determinado un aumento en el contenido de proteína del grano al atrasar la época de siembra. El contenido de proteína del trigo es afectado, entre otros factores, por las condiciones de humedad del suelo (Fernández y Laird, 1959; Stone y Tucker, 1969); por la temperatura del aire (Partridge y Shaykewich, 1972; Smika y Greb, 1973) y por la temperatura del suelo (Smika y Greb, 1973), factores estos que cambian al variar la época de siembra.

Los objetivos de este trabajo fueron determinar la influencia del áfido *M. dirhodum* y de la época de siembra en la calidad panadera y nutritiva del trigo.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en las Estaciones Experimentales Quilamapu y Carillanca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chillán y Temuco, respectivamente), IANSA (Linares), y Universidad de Concepción (Chillán).

Se realizaron cuatro ensayos, utilizando un diseño experimental de parcelas divididas con

¹Recepción originales: 19 de junio de 1975.

²Ing. Agr., Profesor del Instituto de Defensa de las Plantas, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

³Ing. Agr., Programa Cereales, Estación Experimental Quilamapu, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

⁴Ing. Agr. Programa Cereales, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Chile.

⁵*Sinonimia con Sitobion avenae* (Fab.).

cuatro repeticiones. Los tratamientos y subtratamientos de cada ensayo se presentan en el Cuadro 1.

Los factores considerados para determinar el efecto de la época de siembra y del áfido *M. dirhodum* en la calidad del trigo fueron: peso del hectolitro, microsedimentación, porcentaje de proteína del grano, índice de dureza del grano, textura y color de la miga de pan, capacidad de absorción de agua y volumen de pan.

El porcentaje de proteína fue obtenido por el método Kjeldahl estándar. El peso del hectolitro se determinó en balanza Schopper de

250 ml de capacidad. El valor de microsedimentación se determinó de acuerdo al método de sedimentación A.A.C.C. modificado por Wulf y descrito por Parodi y Wulf (1966). El resto de las determinaciones se efectuaron de acuerdo a los métodos dados por la American Association of Cereal Chemist (1962).

RESULTADOS Y DISCUSION

La relación entre el porcentaje de proteína del grano y la época de siembra, se presenta en el Cuadro 2. Estos resultados muestran que al variar la época de siembra entre la segunda

Cuadro 1 — Epocas de siembra de los ensayos en las localidades estudiadas.

Localidad	Año	Tratamientos (Épocas de siembra)			Subtratamientos (Áfidos)	
		I	II	III		
Linares	1970	2-IX	21-IX	16-X	Con ¹	Sin ²
Carillanca	1970	23-VIII	15-IX	15-X	Con	Sin
Chillán	1970	26-VIII	14-IX	16-X	Con	Sin
Chillán	1971	23-IX	11-X	29-X	Con	Sin

¹Se permitió una infestación natural de áfidos.

²Se mantuvo libre de áfidos mediante aplicaciones periódicas de Oxidemeton a razón de 150 cc de activo por hectárea.

Cuadro 2 — Influencia de la época de siembra y del áfido *M. dirhodum* en el porcentaje de proteína del grano de trigo.

Localidad	Año	Epocas de siembra			Áfidos	
		I	II	III	Sin	Con
Linares	1970	10,0 b ¹	10,4 b	11,6a	10,6a ¹	10,7a
Chillán	1970	9,7 b	9,3 b	10,6a	9,6 b	10,1a
Chillán	1971	12,9a	12,6a	12,9a	12,7a	12,9a
Temuco	1970	10,3 b	11,2a	11,4a	10,9a	11,0a
Promedio		10,7	10,9	11,6	10,9	11,2

¹Los valores de cada línea horizontal con letras iguales, para Epocas de siembra y Áfidos, no difieren estadísticamente según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

quincena de agosto y mediados de octubre, el porcentaje de proteína aumentó significativamente en los ensayos realizados en Linares, Temuco y Chillán, 1970.

El aumento relativo en el contenido proteico del grano entre la primera con respecto a la segunda y tercera época de siembra, en los tres ensayos realizados en 1970, fue de un 3 y 8,7%, respectivamente. En el ensayo realizado en 1971 en Chillán, en que las épocas de siembra oscilaron solamente entre la segunda quincena de septiembre (23-ix) y la segunda quincena de octubre (29-x), no se produjeron diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de proteína para las

distintas épocas (Cuadro 2). Sin embargo, se observa que los porcentajes fueron los más altos obtenidos en este trabajo, debido al atraso en la época de siembra en relación con los otros tres ensayos. Promediando los cuatro ensayos, el contenido de proteína del trigo de las parcelas con infestación natural de *M. dirhodum*, fue 2,5% superior al de las parcelas sin áfidos, a pesar de que las diferencias fueron significativas sólo para el ensayo efectuado en Chillán, 1970. Cabe indicar que en Linares y Chillán, las poblaciones máximas de este áfido fueron superiores a 40 individuos por eje.

Solamente en los ensayos de Linares y Chi-

llán, 1970, se determinó además una interacción estadísticamente significativa entre época de siembra y el ataque de áfidos en relación al contenido de proteína. En estos ensayos, en la medida que se atrasó la época de siembra, el efecto de los áfidos en el contenido de proteína del grano fue mayor (Figura 1).

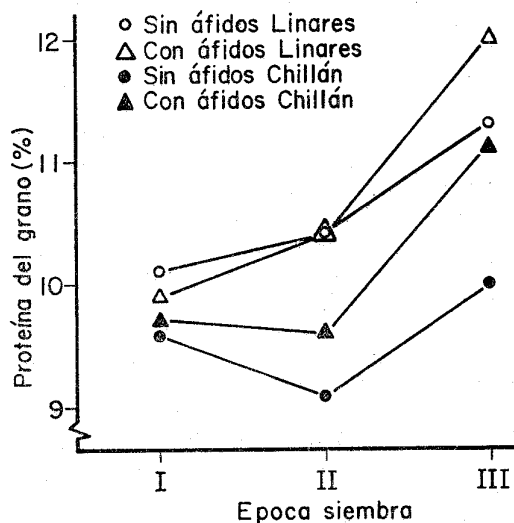


Figura 1 — Efecto de *M. dirhodum* y de la época de siembra en el contenido de proteína del grano de trigo (Linares y Chillán, 1970).

El peso del hectolitro del grano y su relación con la época de siembra y la presencia o ausencia del áfido *M. dirhodum* se presenta en el Cuadro 3. Se observa que en todos los ensayos el peso del hectolitro tendió a disminuir en forma estadísticamente significativa al atrasar la época de siembra. Esto se aprecia claramente en el ensayo de Chillán 1971, que fue sembrado más tarde que los otros.

Las plantas sin la presencia del áfido *M. dirhodum* tuvieron un peso del hectolitro ligeramente superior a las plantas con áfidos, aunque las diferencias fueron estadísticamente significativas sólo en uno de los ensayos realizados.

Al analizar la variación en el contenido de proteína del grano, peso del hectolitro y peso del grano de estos ensayos, en relación a la época de siembra y ataque del áfido *M. dirhodum*, es posible estimar que el aumento porcentual de proteína se debería principalmente a una disminución en el contenido de hidratos de carbono (almidón) del grano, lo cual produce indirectamente un aumento en el contenido proteico de éste. Los datos sobre peso del grano fueron publicados por Carrillo y Mellado (1975). Estos autores señalan que ataques de *M. dirhodum*, en los niveles alcanzados en estos ensayos, reducen el área foliar de la hoja bandera y aceleran el amarillamiento y senescencia de las plantas de trigo, y estos dos factores influyen en el peso del grano de acuerdo a Langer (1967) y Marcellos y Single (1972).

Además el atraso en la época de siembra también influye en la acumulación de hidratos de carbono, ya que al aumentar la temperatura se incrementa la respiración de la planta (Asana y Williams, 1965) se acelera el amarillamiento de la cubierta del grano y el envejecimiento de las hojas (Marcellos y Single, 1972) y disminuye la humedad aprovechable para la planta de trigo durante los períodos de floración, antesis y formación de grano, lo cual reduce el movimiento de hidratos de carbono desde la parte vegetativa al grano (Wardlaw, 1971). Las condiciones de temperatura del aire aumentaron desde noviembre a enero en las localidades estudiadas, conjuntamente con ello en Chillán se determinó una disminución en la humedad aprove-

Cuadro 3 — Influencia de la época de siembra y del áfido *M. dirhodum* en el peso hectolitro del grano.

Localidad	Año	Epocas de siembra			Áfidos	
		I	II	III	Sin	Con
Linares	1970	80,0a ¹	77,5ab	75,9 b	78,2a ¹	77,3a
Chillán	1970	80,1a	78,9 b	76,0a	79,2a	77,5 b
Chillán	1971	64,6a	64,3a	62,9 b	64,0a	63,8a
Carillanca	1970	74,2a	74,3a	69,8 b	73,2a	72,4a
Promedio		74,7	73,8	71,2	73,7	72,8

¹Los valores de cada línea horizontal con letras iguales, para Epocas de siembra y Áfidos, no difieren estadísticamente según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

chable del suelo en el período señalado anteriormente, lo cual explicaría la disminución en la acumulación de hidratos de carbono en el grano de las parcelas sembradas más tarde.

Existen numerosos trabajos que han estudiado el efecto de diversos factores, tales como temperatura del suelo (Smika y Greb, 1973), humedad del suelo (Fernández y Laird, 1959; Stone y Tucker, 1969) y temperatura del aire (Partridge y Shaykewich, 1972); (Smika y Greb, 1973) en el contenido de proteína del grano; desafortunadamente estos trabajos no han considerado el resultado que estos factores han tenido en la acumulación de hidratos de carbono medido a través del peso del grano, por lo que el mayor porcentaje de proteína del grano, podría deberse principalmente al aumento de la relación proteína/almidón, al disminuir el contenido de hidratos de carbono. No se descarta la influencia que puede tener la humedad y temperatura del suelo en la disponibilidad de nitrógeno asimilable por la planta y la traslocación rápida de proteína de los tallos y hojas al grano, en especial al final de la temporada. Esto último es sugerido por Barriga (1973) como causa del aumento en el contenido de proteína del grano de trigo en ensayos sembrados en diferentes épocas y en los cuales el peso del grano fue estadísticamente igual en todas las épocas.

El contenido de proteína total por hectárea se presenta en el Cuadro 4. Se observa que en general la proteína total por superficie disminuyó por efecto de los dos factores estudiados.

El efecto de la época de siembra y el ataque del áfido sobre los valores de microsedimentación se indican en el Cuadro 5. El análisis de los resultados obtenidos indica que estos valores aumentan significativamente al atrasar la época de siembra. El áfido *M. dirhodum* en cambio, produjo aumentos en los valores de microsedimentación en sólo uno de los ensayos. Estos antecedentes concuerdan con los obtenidos por Beltrán (1972), en trigos de invierno, trabajando con la misma especie de áfidos y por Anglade (1969), al estudiar el efecto de *S. avenae* en el contenido de proteína del grano bajo condiciones de campo.

La acción similar ejercida por los áfidos sobre los valores de proteína y microsedimentación, era posible de esperar ya que Schlesinger citado por Kent (1971), señala que el valor de sedimentación depende directamente del contenido proteico del grano.

En el Cuadro 6 se observa que la época de siembra afectó el índice de dureza del grano de trigo y el volumen del pan. Sin embargo, aún cuando en las épocas tardías disminuyó la dureza del grano, este mantuvo su característica de semiduro. Tanto la textura, color

Cuadro 4 — Efecto de la época de siembra y del áfido *M. dirhodum* en el contenido de proteína total por hectárea (Kg).

Localidad	Año	Épocas de siembra			Áfidos	
		I	II	III	Sin	Con
Linares	1970	4.900a ¹	3.973 b	1.867 c	4.293a ¹	3.039 b
Chillán	1970	4.025a	3.971a	3.021 b	4.291a	3.090 b
Chillán	1971	5.560a	3.377 b	2.361 c	5.410a	4.024 b
Carillanca	1970	2.575ab	3.046a	2.212 b	2.943a	2.266 b

¹Los valores de cada línea horizontal con letras iguales, para Épocas de siembra y Áfidos, no difieren estadísticamente según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

Cuadro 5 — Influencia de la época de siembra y del áfido *M. dirhodum* en los valores de microsedimentación.

Localidad	Año	Épocas de siembra			Áfidos	
		I	II	III	Sin	Con
Linares	1970	3,75 b ¹	3,91 b	4,87a	4,14a ¹	4,10a
Chillán	1970	3,36 b	3,08 c	3,62a	3,14 b	3,57a
Chillán	1971	6,70 c	7,13 b	8,35a	7,35a	7,43a

¹Los valores de cada línea horizontal con letras iguales, para Épocas de siembra y Áfidos, no difieren estadísticamente según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

Cuadro 6 — Influencia de la época de siembra y del áfido *M. dirhodum* en la calidad panadera del trigo.

Características	Épocas de siembra			Áfidos	
	I	II	III	Sin	Con
Dureza	32,81 b ¹	33,31ab	34,06a	33,21a ²	33,58a
Textura de la miga de pan	79,12a	79,38a	81,00a	79,67a	80,00a
Color de la miga de pan	81,50a	81,75a	82,88a	81,58a	82,50a
Capacidad de absorción de agua	63,50a	63,13a	62,25a	63,21a	62,71a
Volumen de pan	73,37 b	73,93 b	85,13a	76,79a	78,16a

¹Los valores de cada línea horizontal con letras iguales, para Épocas de siembra y Áfidos, no difieren estadísticamente según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

de la miga de pan y capacidad de absorción de agua no fueron influenciados por la época de siembra.

El áfido *M. dirhodum* no afectó a ninguno de los componentes de calidad molinera y panadera analizados, lo que concuerda con lo obtenido por Anglade (1969) en Francia, con trigos infestados con *S. avenae*.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten concluir lo siguiente:

El ataque del áfido *M. dirhodum* y el atraso en la época de siembra, produjeron aumentos en el porcentaje de proteína y en los valores de microsedimentación del grano de trigo. Sin embargo, el rendimiento total de proteína por hectárea disminuyó sensiblemente debido al menor rendimiento de grano obtenido en las siembras tardías y en aquellas que fueron infestadas por áfidos.

Se determinó interacción significativa entre atraso en la época de siembra y ataque de áfidos, en relación con el contenido de proteína del grano.

El aumento del porcentaje de proteína se debió fundamentalmente a una reducción en el contenido de almidón del grano deducida de la disminución del peso del grano. La relación inversa entre porcentaje de proteína del grano y rendimiento de proteína por hectárea, impiden recomendar el atraso en la época de siembra como una práctica aconsejable para aumentar el tenor de proteína del grano.

El atraso en la época de siembra aumentó el índice de dureza del grano y volumen del pan, en tanto que la textura, color miga y capacidad de absorción de agua no fueron influenciados por las distintas épocas. El áfido *M. dirhodum* no afectó significativamente los valores anteriormente mencionados, aunque se aprecian diferencias matemáticas a favor de las parcelas con áfidos.

RESUMEN

Durante los años 1970 y 1971, se realizaron cuatro ensayos con el fin de determinar el efecto de la época de siembra y del áfido *Metopolophium dirhodum* (Walker) en el contenido de proteína y calidad panadera del cultivar de trigo de primavera Huelquén.

Se empleó un diseño experimental de parcelas subdivididas, correspondiendo los tratamientos a tres épocas de siembra y los 2 subtratamientos a las parcelas con y sin control de áfidos.

De este estudio se concluyó lo siguiente:

El áfido *M. dirhodum* y el atraso en la época de siembra produce aumento en el porcentaje de proteína y valores de microsedimentación y disminuye el peso del hectolitro.

El atraso en la época de siembra aumentó el índice de dureza del grano y volumen del pan, en tanto que la textura, color de miga y capacidad de absorción de agua no fueron afectados. El áfido no modificó significativamente los factores anteriormente mencionados.

SUMMARY

INFLUENCE OF THE APHID *Metopolophium dirhodum* (WALKER) AND SEEDING DATES OVER NUTRITIVE AND BAKING WHEAT QUALITY

During the 1970-71 crop cycle four trials were conducted to determine the effect of seeding dates and the aphid *Metopolophium dirhodum* (Walker) over protein content and baking quality of the spring wheat cultivar Huelquen.

A split plot experimental design was used. Treatments were three seeding dates and sub-treatments corresponded to plots with and without aphid control.

From the present study it was concluded that the aphid *M. dirhodum* and the late seeding date treatment increased grain protein percentage and microsedimentation value, and reduced hectoliter weight.

Late seeding dates increased grain hardness index and volume of bread; however crumb texture and colour of bread loaf and water absorption capacity did not differ significantly among different seeding dates.

The quality factors mentioned above were not significantly modified by aphids.

LITERATURA CITADA

- ANGLADE, M. P. 1969. Essais d'estimation des dégats provoqués sur le blé par la présence de colonies abondantes de *Macrosiphum avenae* (Fab.) Revue de zoologie agricole et pathologie végétale. 68: 17-25.
- ASANA, R. and WILLIAMS, R. 1965. The effect of temperature stress on grain. Australian journal of agricultural research. 16: 1-13.
- BARRIGA, P. 1973. Efecto de la época de siembra sobre el rendimiento y contenido de proteína en trigos de primavera. Agro Sur (Chile). 1 (2): 37-41.
- BELTRÁN, F. 1972. Evaluación del daño causado por *Metopolophium dirhodum* (Walker) (Homoptera: Aphidoidea) en tres cultivares de trigo de invierno Etoile de Choisy, Lilién, Capelle Desprez, sembrados en dos épocas distintas. Universidad de Concepción, Chillán, Chile. 58 p. (Tesis Ing. Agr. mimeografiada).
- 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.
- CHILE, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). 1971. Investigación Agropecuaria. Santiago, Chile. pp. 135-137.
- EE. UU. American Association of Cereal Chemists. 1962. Cereal Laboratory Methods, Seventh Ed. Minn.
- FERNÁNDEZ, R. and LAIRD, R. 1959. Yield and protein content of wheat in Central Mexico as affected by available soil moisture and nitrogen fertilization. Agron. J. 51 (1): 33-36.
- KENT, N. L. 1971. Tecnología de los cereales. Traducido por Manuel Catalán Calvo. Editorial Acribia, Zaragoza. 267 p.
- LANGER, R. H. 1967. Physiological approaches to yield determination in wheat and barley. Field Crop Abstracts. 20 (2): 101-106.
- MARCELLOS, H. and SINGLE, W. 1972. The influence of the cultivar, temperature and photoperiod on post flowering development of wheat. Australian journal of agricultural research. 23: 533-540.
- PARODI, P. y WULF, H. 1966. Expresión de la heterosis en la calidad molinera y panadera de híbridos de trigo. Agricultura Técnica (Chile). 26 (3): 97-106.
- PARTRIDGE, J. R. and SHAYKEWICH, C. F. 1972. Effects of nitrogen, temperature and moisture regime on the yield and protein content of Neepawa Wheat. Can. J. Soil Sci. 52: 179-185.
- RAUTAPAA, J. 1966. The effect of the english grain aphid *Macrosiphum avenae* (F.) (Hom.) Aphididae on the yield and quality of wheat. Annales Agriculturae Fenniae. 5: 334-341.
- . 1968. Changes in the yield and protein quantity of oat caused by *Rhopalosiphum padi* (L.) (Hom. Aphididae). Annales Agriculturae Fenniae. 7: 95-104.
- SMIKA, D. E. and GREB, B. W. 1973. Protein content of winter wheat grain as related to soil and climatic factors in the semiarid central great plains. Agron. J. 65: 433-436.
- STONE, J. F. and TUCKER, B. B. 1969. Nitrogen content of grains as influenced by water supplied to plant. Agron. J. 61: 76-78.
- TAGLE, M. A., BORJA, I., BUCHER, L., ATALAH, E., UNDA, H. y DONOSO, G. 1974. Disponibilidad alimentaria. Chile, 1970, 71 y 72. Cienc. Inv. Agr. (Chile). 1 (1): 23-39.
- WARDLAW, I. F. 1971. The early stages of grain development in wheat response to water stress in a single variety. Australian journal of biological science. 24 (6): 1047-1055.
- WULF, H. 1966. Influencia de la época de siembra en la calidad de los trigos. Simiente (Chile). 36 (1-3): 41.