

Efecto de la época de siembra y del áfido *Metopolophium dirhodum* (Walker) en el rendimiento de cultivares de trigo de primavera (*Triticum aestivum* L.)¹

Roberto Carrillo Ll.² y Mario Mellado Z.³

INTRODUCCION

Desde la entrada al país de la especie *Metopolophium dirhodum* (Walker), los áfidos se han constituido en la plaga insectil de mayor incidencia en el trigo.

Una de las formas de disminuir el daño causado por este insecto puede consistir en variar la época de siembra, de manera que el mayor crecimiento en la población de insectos no coincida con el de mayor susceptibilidad del cultivo (Martín, 1964).

Los objetivos de esta investigación están orientados a conocer el efecto de la época de siembra como medida de combate cultural contra este insecto bajo las condiciones de la zona comprendida entre Linares y Cautín. Además, evaluar el efecto de este áfido y de la época de siembra en los rendimientos y otros aspectos del cultivo.

REVISION DE LITERATURA

En Chile se ha detectado la presencia de diversas especies de áfidos en trigo, *Macrosiphum africanum* (H.R.L.), *Metopolophium dirhodum* (Walker), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *R. padi* (L.) y *Schizaphis graminum* (Rond.) (Zúñiga, 1967; Lara de Z., y Zúñiga, 1969, y Apablaza y Tiska, 1973).

¹Recepción originales: 26 de agosto de 1974.

²Ing. Agr., Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

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

Los autores desean expresar sus agradecimientos a los Ings. Agrs. Sres. Edmundo Beratto y Gonzalo Narea, y a todo el personal de técnicos y obreros que hicieron posible la realización de este trabajo.

Lara de Z., y Zúñiga (1969) y Caballero (1972) están de acuerdo en señalar que antes de 1966, las poblaciones de áfidos en las sementeras de trigo no constituían un problema y que únicamente desde la entrada al país de la especie *M. dirhodum* (Walk.), los áfidos llegaron a constituir para los cereales, una plaga insectil de importancia en Chile.

Este antecedente se ve confirmado por el estudio de las poblaciones de áfidos realizado en cinco lugares de la zona central del país durante 1971 por Apablaza y Tiska (1973). Estos autores determinaron que *M. dirhodum* (Walk.) constituía más del 90% de la población de áfidos observados en el trigo en los diversos recuentos.

Respecto a la acción de los entomófagos, Zúñiga (1970), Beltrán (1972), Caballero (1972) y Apablaza y Tiska (1973), coinciden en señalar que el hongo entomopatógeno *Entomophthora aphidis* Hoffman puede controlar sobre el 90% de la población de áfidos y constituye uno de los principales reguladores de las poblaciones de estos insectos.

Según Lara de Z., y Zúñiga (1969) y Apablaza y Tiska (1973), las especies depredadoras de áfidos en trigo en Chile, son las siguientes: *Eriopsis connexa* (Germar), *Allograpta pulchra* Shannon, *Adalia bipunctata* L. y *Aphidoletes cucumeris* (Lintner). Además Lara de Z., y Zúñiga (1969), señalan a *Adalia deficiens* Mulsant, *A. angulifera* (Mulsant), *Coccinella* sp. y *Sirphidae spp.* como afidófagos de *M. dirhodum* (Walker).

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile, INIA, 1971) estima que los depredadores comúnmente controlan entre un 15

y 30% de los pulgones de las sementeras de trigo, pudiendo en casos destruir hasta el 74% de la población.

En Chile existen diversos antecedentes del daño en trigo por áfidos, en los cuales la especie predominante es *M. dirhodum*. Zúñiga (1970) señala que el trigo puede tolerar hasta 140 áfidos de la especie señalada anteriormente, por tallo o macolla, sin sufrir pérdidas significativas; y que si se estima que el cereal rendirá 40 quintales por hectárea o más, la cifra tolerable será de 70 áfidos por tallo o macolla. Beltrán (1972) en ensayos de trigo de invierno, determinó que niveles de 100 áfidos por eje o macolla, reducen los rendimientos en un 10% cuando las poblaciones máximas ocurren durante el estado de desarrollo vegetativo del trigo, 8 a 10 de la Escala de Feekes. Caballero (1972) indica que niveles de 45 pulgones por tallo o macolla en trigo en espigadura, causan daños de un 30%. Carrillo, Mellado y Beltrán (1973), estiman que poblaciones de 25 a 30 pulgones por eje durante la macolla y encañado, en trigos de primavera, reducen el rendimiento en un 10%.

Entre las medidas de combate, Lobos y Zúñiga (1969) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile, 1971) consideran a las siembras tempranas como una medida adecuada para el combate del pulgón del trigo.

Se ha determinado que el atraso en la época de siembra disminuye el rendimiento de los trigos de primavera (Kohn y Storrier, 1970, y Chile, INIA, 1971). Esta disminución en los rendimientos se debe al efecto combinado de diversos factores, entre los que se destacan; disminución de la humedad aprovechable, lo que se traduce en un menor número de macollas por superficie y menor número de granos por espiga (Kohn y Storrier, 1970, y Singa y Srivastava, 1970); aumento de la temperatura, lo que provoca una disminución en la fotosíntesis y un aumento de la respiración, produciendo granos de menor peso (Asana y Williams, 1965, y Marcellos y Single, 1972); y un aumento en el fotoperíodo e intensidad de la luz, lo cual provoca una reducción en el número de macollas por superficie (Khalil, 1956).

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en las Estaciones Experimentales de IANSA (Linares), Quilmapu y Universidad de Concepción en Chillán (Ñuble) y Carillanca, en General López (Cautín).

Se hicieron seis ensayos, utilizando un diseño experimental de parcelas divididas y subdivididas, con 4 repeticiones. Los tratamientos y subtratamientos de cada ensayo se indican en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1 — Ensayos en los que se empleó el cultivar de primavera Huelquén.

Localidad y año	Tratamientos (Épocas de siembra)			Subtratamientos (Áfidos)	
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

¹CON: Se permitió una infestación natural de áfidos.

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

Cuadro 2 — Ensayos efectuados en Chillán, utilizando tres cultivares de primavera.

Tratamientos (Cultivares)	Subtratamientos (Épocas de siembra)			Subtratamientos (Áfidos)	
Menflo-Collafén-Huelquén	10/IX	1/X	1969	CON ¹	SIN ²
Menflo-Collafén-Huelquén	14/IX	6/X	1970	CON	SIN

¹CON: Se permitió una infestación natural de áfidos.

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

Los ensayos fueron sembrados en forma manual, con una dosis de semilla de 120 kilogramos por hectárea.

Se empleó superfosfato triple en dosis de 100 a 300 unidades de anhídrido fosfórico por hectárea, según la ubicación de los ensayos, aumentando la dosis hacia el sur. El nitrógeno se aplicó a la forma de salitre sódico, en dosis de 80 unidades por hectárea.

$$\text{Índice de áfidos } a_1 + \sum_{i=2}^m \frac{n_i}{K} \left[a_i - 1 + \sum_{k=1}^i \frac{(a_i - a_{i-k})}{n} \right]$$

m = número de recuentos realizados

n = longitud del período entre recuentos

a = número de áfidos por eje en el recuento

$a_1 = 1$.

En todos los ensayos se midió el rendimiento de grano. El peso de mil granos, número de granos por espiga, número de espigas por superficie, altura de planta adulta, peso de la paja, porcentaje de plantas con virus del enanismo de la cebada y área foliar de la lámina de la hoja bandera, fueron determinados sólo en algunos ensayos. El área de la lámina foliar de la hoja bandera, se midió de acuerdo a lo establecido por Volpeng y Simpson (1967).

Los estados de desarrollo del cereal se expresaron de acuerdo a la Escala de Feekes (Large, 1954).

El porcentaje de plantas con virus del enanismo amarillo de la cebada, fue determinado en base a los síntomas.

RESULTADOS Y DISCUSION

ESPECIES Y POBLACIONES DE ÁFIDOS

Las especies observadas en los ensayos durante los años 1969 y 1970, fueron *M. dirhodum* (Walker), *R. padi* (L.) y áfidos del género *Schizaphis*. En el año 1971, además de las especies señaladas anteriormente, se determinó la presencia de áfidos del género *Sitobion* spp.¹ Las muestras de áfidos del género *Sitobion* analizadas, correspondieron en su totalidad a *S. avenae* (Fab.). Sin embargo, debido a que Zúñiga (1967) colectó áfidos de la especie *S. africanum* H.R.L. en trigo, esta especie pudo estar presente en pequeñas densidades, así como otras del género *Sitobion* que

¹Algunos afidólogos incluyen a *Sitobion* como subgénero de *Macrosiphum*.

Las poblaciones de áfidos y afidófagos, se estimaron tomando 10 ejes al azar en cada parcela y determinando el número de áfidos por especie, áfidos alados y sin alas, áfidos parasitados por hongos y cantidad de depredadores presentes. El número de áfidos por eje se expresó de acuerdo al índice de áfidos propuesto por Rautapaa (1966).

también atacan a este cereal en el exterior. Los autores, sin descartar esta posibilidad, consideran en base a las determinaciones microscópicas realizadas en muestreos de la zona de Talca a Valdivia y en los ensayos, como se señaló anteriormente, que la especie predominante es *S. avenae* (Fab.). Los áfidos observados en los ensayos, fueron similares a los indicados por Apablaza y Tiska (1973), con excepción de *R. maidis* (Fitch).

M. dirhodum (Walk.) fue la especie predominante durante los tres años de observación en las tres localidades estudiadas, y su incidencia porcentual siempre fue superior a un 90%. Tanto en Linares como en Carillanca, este áfido fue la única especie determinada. Se observó que este insecto en la zona de alimentación produce una notable decoloración del follaje, antecedente que concuerda con lo señalado por Latteur (1970).

S. avenae (Fab.) se determinó únicamente en el ensayo de 1971, y las poblaciones no alcanzaron niveles críticos. Se observó esta especie en el follaje y espiga; resultado éste que concuerda con lo señalado por Kolbe (1969) y Latteur (1970) en relación a la distribución de este áfido en la planta.

R. padi (L.) se determinó sólo en los ensayos realizados en Chillán, aun cuando los autores lo han encontrado en sementeras de trigo desde Talca a Valdivia. Su incidencia porcentual fue alta en los primeros recuentos, cuando aún las poblaciones de *M. dirhodum* eran reducidas; recuentos posteriores de este insecto, señalaron porcentajes inferiores al 1% con respecto a la población total. Esto, según los autores, se debió al control que

ejerce el bracónido *Diaeretiella rapae* M'Intosh¹. *R. padi* se ubica preferentemente en la parte basal del tallo y en las hojas, observándose además, en forma ocasional en la espiga. Los áfidos del género *Schizaphis* alcanzaron niveles iguales o inferiores al 2% y se observó sólo en las hojas.

Las poblaciones de *M. dirhodum* en siembras realizadas desde agosto a octubre, alcanzaron los máximos niveles entre la primera y tercera semanas de noviembre, durante los años 1969 y 1970 en Chillán, y en 1970 en Linares (Figuras 1, 2, 3, 4, 5). Durante 1970

en Carillanca y 1971 en Chillán, las máximas poblaciones ocurrieron durante la primera quincena de diciembre (Figuras 6 y 7).

El hecho que las máximas poblaciones de áfidos se produzcan más tarde en Carillanca (Cautín), que en Linares y Chillán, podría atribuirse a las mayores precipitaciones y menor temperatura de aquella región (Cuadro 3) ya que Carrillo y Mundaca, bajo condiciones de laboratorio, han podido determinar que el número de días necesarios en llegar a adulto y el número de ninfas colocadas en un período de seis días por *M. dirhodum* (Walk.) disminuye y aumenta, respectivamente, al subir la temperatura entre 5 y 20°C (Cuadro 4).

¹P. Stary.

Cuadro 3 — Temperatura media, precipitación y humedad aprovechable de agosto a enero en las localidades de Linares, Chillán y General López (Carillanca).

Mes	Chillán 1969			Linares 1970		Chillán 1970			Gral. López 1970		Chillán 1971		
	T.M.	P.M.	H.A.	T.M.	P.M.	T.M.	P.M.	H.A.	T.M.	P.M.	T.M.	P.M.	H.A.
Agosto	8,2	148,1	94 a 98	8,1	76,0	7,2	96,5	89 a 98	7,4	147,2	8,1	152,4	83 a 93
Septiembre	10,5	117,2	96 a 99	11,1	51,5	10,1	51,5	80 a 89	9,1	73,2	9,9	42,3	81 a 86
Octubre	11,3	78,1	94 a 99	13,8	35,7	12,4	19,5	32 a 87	10,3	41,5	13,7	43,7	28 a 83
Noviembre	15,3	13,8	16 a 99	16,7	2,2	13,9	21,8	6 a 36	12,6	36,0	17,0	2,5	0 a 27
Diciembre	19,4	1,6	10 a 21	19,2	11,7	16,9	57,4	0 a 33	13,5	125,8	17,2	51,6	0 a 46
Enero	19,3	5,4	5 a 12	18,7	0,0	17,6	1,5	0 a 24	13,1	58,8	20,1	5,9	0 a 8

T.M. = Temperatura media en °C.

P.M. = Precipitación mensual en mm.

H.A. = Porcentaje de humedad aprovechable a 10 cm de profundidad.

Cuadro 4 Efecto de la temperatura en la velocidad de desarrollo y en el número de ninfas de *Metopolophium dirhodum* (Walker).

Temperatura °C	Velocidad de desarrollo ¹		Ninfas en seis días	
	Días	Porcentaje	Número	Porcentaje
5	44,0	25,0	2,0	12,5
10	24,5	44,8	9,0	56,2
15	16,7	59,9	11,5	71,8
20 ²	11,0	100,0	16,0	100,0

¹Número de días en llegar a adulto.

²20°C es igual a 100%.

Las formas aladas constituyeron alrededor de un 10% de la población de áfidos durante el período de invasión, el cual ocurrió durante el mes de octubre en Linares y Ñuble, y durante el mes de noviembre en Carillanca. Posteriormente, al producirse un rápido crecimiento en la población, las formas aladas sólo constituyeron alrededor del 2% de ésta.

Las poblaciones expresadas de acuerdo al

índice de áfidos, se presentan en los Cuadros 5 y 6. Se observa en ellos que durante los tres años en Chillán, las siembras más tardías tuvieron los menores índices de áfidos. Esto puede explicarse porque al iniciarse las epizootias por hongos, debido a las condiciones más favorables de temperatura para su desarrollo, las siembras más tardías presentaban poblaciones menores, y por otra parte, posiblemente

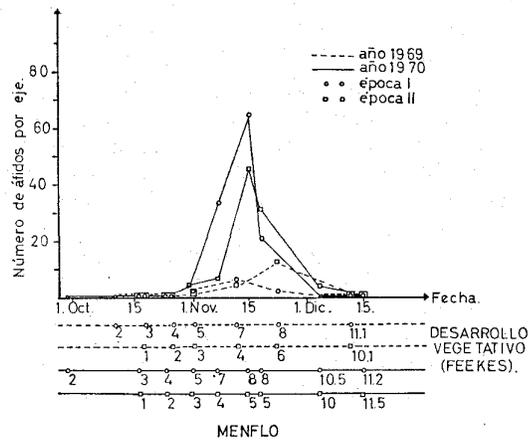


Figura 1 — Variación del número de áfidos por efecto del año, época de siembra y estado de desarrollo del cultivar Menflo (Chillán).

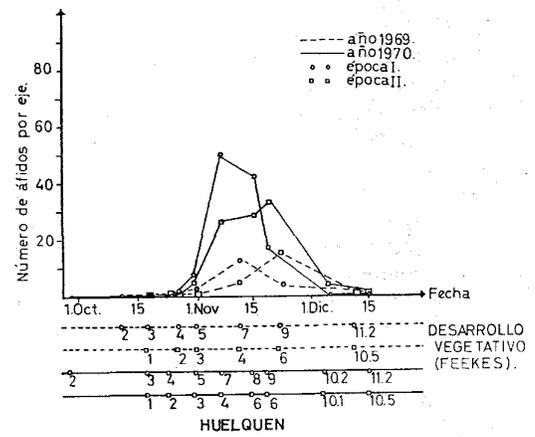


Figura 3 — Variación del número de áfidos por efecto del año, época de siembra y estado de desarrollo del cultivar Huelquén (Chillán).

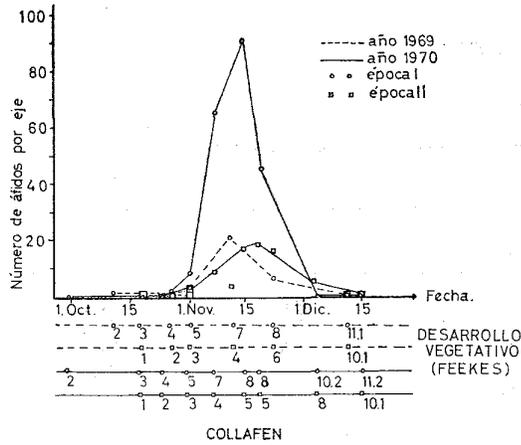


Figura 2 — Variación del número de áfidos por efecto del año, época de siembra y estado de desarrollo del cultivar Collafén (Chillán).

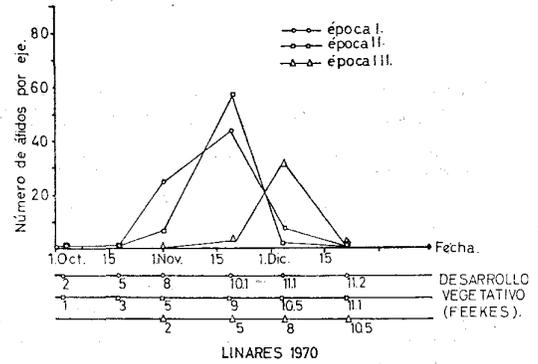


Figura 4 — Variación del número de áfidos por efecto de la época de siembra y estado de desarrollo del cultivar Huelquén (Linares, 1970).

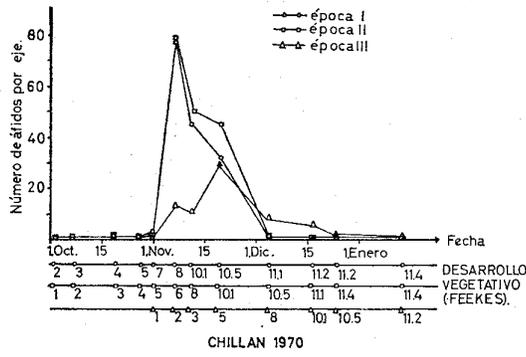


Figura 5 — Variación del número de áfidos por efecto de la época de siembra y estado de desarrollo del cultivar Huelquén (Chillán, 1970).

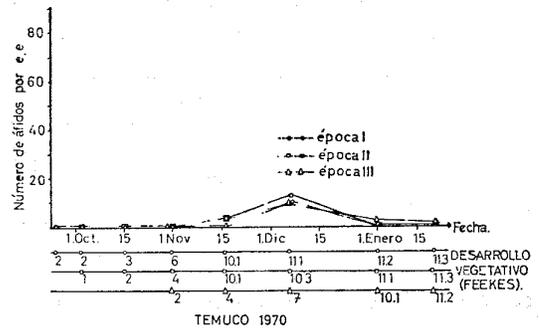


Figura 6 — Variación del número de áfidos por efecto de la época de siembra y estado de desarrollo del cultivar Huelquén (Carillanca, 1970).

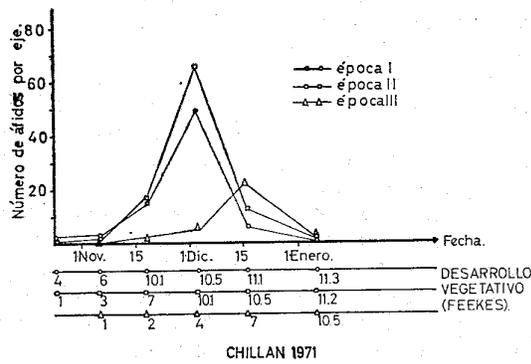


Figura 7 — Variación del número de áfidos por efecto de la época de siembra y estado de desarrollo del cultivar Huelquén (Chillán, 1971).

Cuadro 5 — Índice de áfidos en tres épocas de siembra y en tres localidades.

Épocas	LOCALIDADES			
	Linares 1970	Carillanca 1970	Chillán 1970	Chillán 1971
I	1301,5	225,0	1101,4	1051,1
II	951,6	274,0	1378,7	1069,9
III	1294,4	367,8	688,4	460,5

Cuadro 6 — Efecto de la época de siembra sobre el índice de áfidos en Chillán.

Épocas	Año	Menflo	C U L T I V A R E S			Promedio
			Collafén	Huelquén		
I	1969	117,4	354,6	219,2		230,4
II	1969	171,7	222,9	219,4		204,7
I	1970	993,4	1619,9	957,1		1190,1
II	1970	649,8	428,4	712,2		596,8

a la infestación de áfidos parasitados desde parcelas vecinas, correspondientes a épocas de siembra más tempranas.

En revisiones de las sementeras de trigo en la zona comprendida entre Talca y Temuco, durante los años 1970 y 1971, los autores encontraron poblaciones mayores de áfidos en los estados vegetativos más tempranos a medida que se atrasaba la época de siembra. Este hecho fue también observado por Caballero (1972) y Apablaza y Tiska (1973), quienes determinaron en sus trabajos niveles de áfidos mayores en siembras de invierno tardías. Sin embargo, en siembras muy tardías desde mediados de octubre en adelante, en la zona entre Talca y Nuble, las poblaciones de áfidos tienden a disminuir debido tal vez a la mayor acción de los depredadores y hongos parásitos.

En Carillanca (Cuadro 3), en cambio, donde las condiciones particulares de menor temperatura y mayores precipitaciones, así como la presencia más tardía de depredadores, puede explicar que las mayores poblaciones de áfidos, ocurran en siembras muy tardías.

Afidófagos.

Se determinó la presencia de larvas de sírfidos del género *Allograpta* y larvas y adultos de *Eriopsis connexa* (Germar), *Adalia bipunctata* L. y *A. deficiens* Mulsant.

En los ensayos y sementeras revisadas durante 1970 y 1971, no se observaron larvas del cecidomiido *A. cucumeris* (Lintner), especie que es señalada como importante depredador de áfidos por Lara de Z., y Zúñiga (1969) y

de menor importancia por Apablaza y Tiska (1973). Esto podría indicar que las condiciones de humedad y temperatura en el área, son desfavorables para el desarrollo de esta especie, en relación a la zona en que los investigadores anteriormente citados realizaron sus observaciones.

Aun cuando se encontraron adultos de *A. angulifera* (Mulsant) en lugares cercanos a los ensayos, no se les observó consumir áfidos. Lara de Z., y Zúñiga (1969), consideran a este coccinellido como depredador de *M. dirhodum*.

Debido a la movilidad de las larvas y adultos de los coccinellidos, no se evaluó su incidencia porcentual; se observó eso sí a *E. connexa* en forma abundante a partir de fines del mes de noviembre. Debido a su baja movilidad se pudo determinar en forma adecuada la presencia de huevos y larvas de sírfidos del género *Allograpta* spp., los cuales se observaron desde mediados de noviembre en Linares y Chillán. En Carillanca las larvas se detectaron desde principio de diciembre. La incidencia porcentual de estas larvas en los tallos y/o macollas observadas, varió entre 3 y 22% (Cuadro 7), lo cual permite señalar que esta especie es un importante regulador de las poblaciones de áfidos.

Los hongos del género *Entomophthora*, fueron los principales agentes bióticos que regularon las poblaciones del áfido *M. dirhodum*. Esto concuerda con lo indicado por Lara de Z., y Zúñiga (1969), Lobos y Zúñiga (1969), Beltrán (1972), Apablaza y Tiska (1973) y Carrillo (1973), en el sentido de que los hon-

Cuadro 7 — Porcentaje de ejes con huevos, larvas y pupas de sírfidos del género *Allograpta* spp.

Fecha	Linares 1970			Chillán 1970			Chillán 1971			Carillanca 1970		
	H	L	P	H	L	P	H	L	P	H	L	P
1-x	0	0	0	0	0	0	NR	NR	NR	0	0	0
15-x	0	0	0	0	0	0	NR	NR	NR	0	0	0
1-xi	0	0	0	0	0	0	NR	NR	NR	0	0	0
6-xi	NR	NR	NR	0	0	0	5,0	0	0	NR	NR	NR
11-xi	NR	NR	NR	0	3,6	0	NR	NR	NR	NR	NR	NR
17-xi	3,7	3,7	0	40,0	5,0	0	25,0	19,4	0	0	0	0
3-xii	0	11,1	3,7	5,0	4,0	1,0	3,7	3,7	3,7	35,0	22,2	0
15-xii	NR	NR	NR	0	3,7	3,7	0	9,7	3,7	NR	NR	NR
22-xii	NR	NR	NR	NR	0	0	NR	NR	NR	NR	NR	NR
3-i	NR	NR	NR	NR	NR	0	NR	NR	NR	0	0	0

H = Huevo;

NR = No Revisado;

L = Larva

P = Pupa

gos entomopatógenos son los principales antagonistas de esta especie en la zona central del país (Figuras 8, 9, 10, 11 y 12).

Sin embargo, la acción de estos hongos, tanto en estos ensayos, como en el realizado por Caballero (1972) y Carrillo (1973), fue significativa cuando las densidades de áfidos habían sobrepasado los niveles de daño económico, siendo antes escasa; estos resultados parecen confirmar lo indicado por Burcher citado por Hagen y Van den Bosch (1968), en el sentido que las densidades necesarias para iniciar las epizootias por hongos, son a menudo mayores que los niveles de daño económico. Sin embargo, una vez que ocurre su acción violenta y eficaz, impide nuevas reinfestaciones de importancia en ataques de *M. dirhodum*.

Se observó que los porcentajes de parasitismo (Figuras 8, 9, 10, 11 y 12) fueron mayores a medida que aumentaron las densidades de áfidos y el desarrollo vegetativo de las plantas. El porcentaje de parasitismo por *Entomophthora*, puede verse favorecido con una mayor densidad de áfidos, debido a la mielecilla excretada por éstos, lo cual produce condiciones de humedad que favorece la germinación de las esporas del hongo, opinión que concuerda con lo señalado por Hall y Dunn (1957). El mayor parasitismo observado durante el encañado y espigadura del trigo, puede explicarse por las condiciones de temperatura y humedad más favorables al desarrollo de los hongos, durante estos estados de desarrollo vegetativo del cereal. Densidades similares de áfidos en trigos con diferente desarrollo, producen porcentajes de parasitismo distinto, según se observó en los ensayos de 1969 y 1970, y en aquellos efectuados con trigos de invierno durante los mismos años,

por Beltrán (1972). En estos ensayos se observó que debido a la mayor densidad de áfidos y mayor estado de desarrollo vegetativo de los trigos de invierno, se crearon condiciones de microclima, para que el parasitismo se presentara dos semanas antes que en trigos de primavera, independiente de las condiciones climáticas del medio.

EFECTO DE LA ÉPOCA DE SIEMBRA EN LOS RENDIMIENTOS.

El atraso en la época de siembra, tanto en las parcelas libres de áfidos como en las atacadas por esta plaga insectil, en cinco de los seis ensayos realizados (Cuadros 8 y 9), produjo una disminución altamente significativa en los rendimientos. Estos resultados concuerdan con los datos indicados por Kohn y Storrer (1970) y Chile, INIA (1971).

De los componentes de rendimiento, el más afectado fue el número de macollas por superficie (Cuadros 8 y 9). Este componente disminuyó en promedio un 3,2 y 39,9% para las épocas de siembra II y III, en relación a la primera. Resultados similares obtuvieron Tesic (1965), Thorne, Ford y Watson (1968) y Kirby (1969). Esta disminución en el número de macollas puede atribuirse en base a los estudios de Khalil (1956) y Friend (1965b), a los aumentos en el fotoperíodo y a la temperatura a que estuvieron sometidos los trigos al variar la época de siembra.

El número de granos por espiga fue reducido en forma altamente significativa al atrasar la época de siembra en cuatro de los cinco ensayos en que se analiza este componente (Cuadros 8 y 9). En promedio, esta reducción fue de 3,3 y 19,7% en las épocas II y III, en relación a la primera. Esto podría deberse a

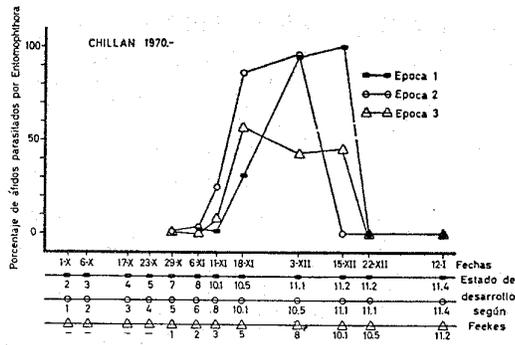


Figura 8 — Porcentaje de áfidos parasitados por hongos del género *Entomophthora* en las diferentes épocas de siembra (Chillán, 1970).

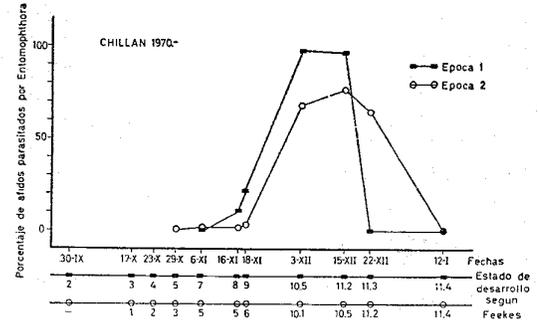


Figura 10 — Porcentaje de áfidos parasitados por hongos del género *Entomophthora* en las diferentes épocas de siembra (Chillán, 1970).

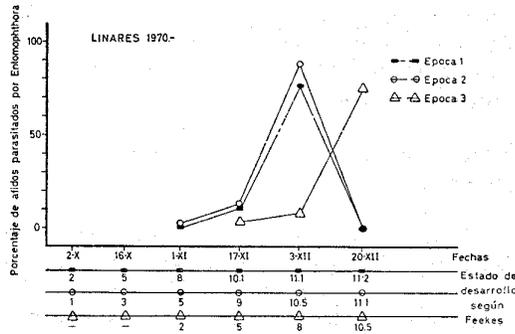


Figura 9 — Porcentaje de áfidos parasitados por hongos del género *Entomophthora* en las diferentes épocas de siembra (Linares, 1970).

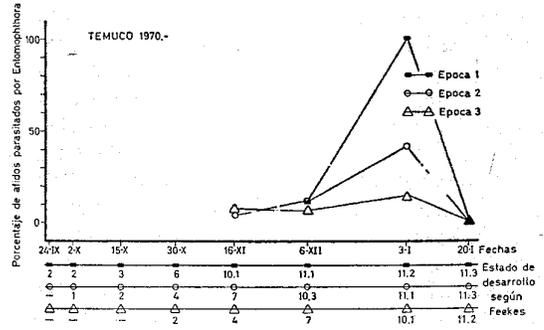


Figura 11 — Porcentaje de áfidos parasitados por hongos del género *Entomophthora* en las diferentes épocas de siembra (Carillanca, 1970).

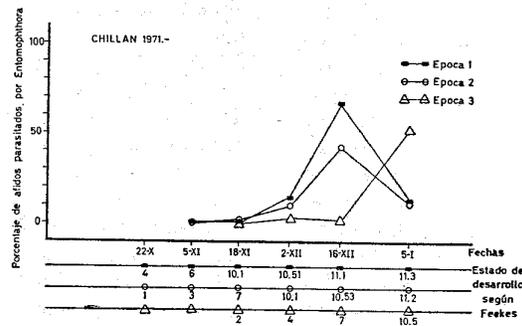


Figura 12 — Porcentaje de áfidos parasitados por hongos del género *Entomophthora* en las diferentes épocas de siembra (Chillán, 1971).

Cuadro 8 — Efecto de la época de siembra y del áfido *Metopolophium dirhodum* (Walker) en el rendimiento y componentes de rendimiento del cultivar Huelquén.

Componente	E P O C A S			A F I D O S		Interacción	Localidad y año
	I	II	III	Con	Sin		
Rendimiento (qqm/ha)	49,0a	38,1b	16,1c	28,4b	40,4a		Linares 1970
Nº de espigas por superficie	155,5a	159,1a	82,9b	133,7a	131,2a		
Nº de granos por espiga	36,1a	33,2a	26,1b	29,6b	34,0a		
Peso de mil granos (g)	43,4a	37,9b	34,3b	36,5b	40,6a	ExA	
Rendimiento (qqm/ha)	25,0a	28,7a	19,4b	21,8b	27,0a		Carillanca 1970
Nº de espigas por superficie	130,2a	128,1a	98,8b	118,8a	119,3a		
Nº de granos por espiga	34,4a	33,5a	33,2a	33,3a	34,0a	ExA	
Peso de mil granos (g)	40,5a	41,7a	40,0a	39,0b	42,5a		
Rendimiento (qqm/ha)	41,5a	42,7a	28,5b	30,5b	44,6a	—	Chillán 1970
Nº de espigas por superficie	170,0a	154,0a	91,8b	139,8a	137,3a		
Nº de granos por espiga	37,0a	32,4b	22,9c	28,6b	32,9a		
Peso de mil granos (g)	40,5a	41,7a	40,0a	39,0b	42,5a		
Rendimiento (qqm/ha)	41,4a	38,8a	26,5b	30,0b	41,1a		Chillán 1971
Nº de granos por espiga	33,8ab	37,5a	30,7b	32,4b	35,5a	ExA	

ExA = Epoca por áfidos.

Los valores en cada línea con letras iguales, no difieren estadísticamente (Prueba de Duncan $P \leq 0,05$).**Cuadro 9 — Efecto de época de siembra, cultivar y del áfido *Metopolophium dirhodum* (Walker) en el rendimiento, componentes de rendimiento y altura del trigo (Chillán).**

Componentes	E P O C A		C U L T I V A R			A F I D O S		Interacción	Año
	I	II	Huelquén	Collafén	Menflo	Con	Sin		
Rendimiento (qq/ha)	42,3a	41,2a	37,8b	45,5a	42,0a	39,8b	43,7a	ExC, CxA, EAC	1969
"	43,9a	33,8b	38,2a	40,3a	38,0a	31,5b	46,3a	ExA, EAC	1970
Nº granos por espiga	29,4a	25,6b	29,5a	30,3a	24,7b	25,4b	29,5a	—	1970
Nº espigas por superficie	105,0a	94,3b	91,8a	101,0a	95,7a	97,4a	96,1a	ExC	1970
Peso de mil granos (g)	40,2a	37,9b	38,7ab	37,5b	40,9a	36,4b	41,6a	—	1970
Altura (cm)	95,0a	87,2b	95,0ab	87,2b	106,2a	88,8a	93,0a	—	1970

Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes (Prueba de Duncan $P \leq 0,05$).

E = Epoca; C = Cultivar; A = Afidos.

problemas de humedad aprovechable durante la floración, lo cual provoca una disminución en el número de granos por espiga, aun cuando el número de espiguillas no haya sufrido modificaciones (Kohn y Storrier, 1970), o bien a una disminución en el número de espiguillas al aumentar la temperatura sobre 15°C (Friend, 1965a).

El peso de 1.000 granos disminuyó en promedio 2,8 y 11,8% en las épocas de siembra II y III en relación a la primera. Esta disminución puede atribuirse a una serie de aspectos observados en los ensayos, tales como rápido amarillamiento de la cubierta del grano y prematuro envejecimiento de las hojas, debido al aumento de temperatura (Cuadro 3), como

consecuencia del atraso en la época de siembra, lo cual según Marcellos y Single (1972), se produce una disminución en la capacidad fotosintética de la planta. Conjuntamente con ello, Asana y Williams (1965) consideran que el aumento de temperatura incrementa la respiración de las plantas y disminuye también el peso del grano. Otro factor que pudo afectar el peso del grano, fue la falta de humedad aprovechable para la planta durante períodos posteriores a la espigadura. Al respecto, Wardlaw (1971) determinó que la falta de humedad aprovechable en el trigo durante los períodos de floración, anthesis y formación del grano, puede reducir el movimiento de hidratos de carbono desde la parte vegetativa al

grano. Langer (1967) indica que el 87% de los hidratos de carbono del grano, son sintetizados por la hoja bandera, su vaina y el pedúnculo de la espiga. Según Evans y Rawson (1970) dicho porcentaje oscila entre 67 y 80%. Estas cifras señalan la importancia de la parte vegetativa en el peso del grano.

En relación al efecto de la época de siembra sobre el rendimiento de los cultivares estudiados, se determinó que Huelquén mantuvo su rendimiento al variar la época de siembra entre la primera quincena de septiembre y la primera quincena de octubre, en cambio, Collafén fue el cultivar más afectado. Esta diferencia se debió sin duda a la distinta velocidad en el desarrollo vegetativo de los cultivares, lo cual le permitió a Huelquén, que es el cultivar de período vegetativo más corto, reducir los efectos adversos que pudo ocasionar el atraso en la época de siembra.

EFFECTO DE LOS ÁFIDOS EN EL RENDIMIENTO Y EN LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO.

La especie *M. dirhodum* (Walker), afectó en forma estadísticamente significativa los rendimientos del trigo en todos los ensayos realizados (Cuadros 8 y 9).

Menflo fue el cultivar menos afectado por el ataque de *M. dirhodum*, esto podría deberse a la mayor masa del follaje de este cultivar, en el cual un número similar de áfidos por planta, produjo una relación entre materia seca y áfidos, mayor, y por tanto una reducción menor en el rendimiento. Al analizar los componentes de rendimiento, se determinó que este áfido no afectó el número de espigas por superficie (Cuadros 8 y 9), ya que en los primeros estados de desarrollo vegetativo del cereal, los niveles poblacionales de este áfido no alcanzaron valores críticos para causar la muerte de plantas. Antecedentes similares han sido indicados por Beltrán (1972) y Tiska (1972).

El peso de 1.000 granos fue el componente de rendimiento más afectado por la acción de los áfidos, lo que concuerda con lo señalado por Latteur (1970) y Beltrán (1972). En cuatro ensayos, el peso de mil granos disminuyó en promedio en 12,4%, al comparar las parcelas infestadas con las libres de áfidos.

Al analizar el efecto de los áfidos por época, se observa que en promedio de los 3 ensayos, el peso de 1.000 granos se redujo en 11,0; 10,6 y 12,2% para las épocas I, II y III, respectivamente.

El menor peso de 1000 granos en las parcelas con áfidos, puede explicarse por los siguientes factores: disminución del área foliar de la lámina de la hoja bandera, la que se redujo en un 6,5% (Cuadro 10), senescencia y amarillamiento más prematuro de las hojas de las parcelas con áfidos y extracción de sustancias nutritivas de la planta por los pulgones. Estos factores, excepto el último, son señalados por Marcellos y Single (1972), como factores que afectan el peso del grano.

El número de granos por espiga en cuatro ensayos de 1970, se redujo por acción de los áfidos en promedio un 11,7%. Para las épocas I, II y III de los ensayos, las reducciones porcentuales por efecto de los áfidos, fueron 6,5; 7,9 y 14,4 respectivamente.

La mayor reducción en el número de granos por espiga observado en las épocas más tardías, se explica porque en estas siembras los áfidos afectaron el cereal desde la formación del primordio y por la característica de *M. dirhodum* de atacar principalmente el follaje. En los ensayos se determinó que el número de flores a la emergencia de la espiga, fue inferior en las parcelas con áfidos. También se determinó que la diferencia en el número de flores a la emergencia de la espiga, entre las parcelas con y sin áfidos y la diferencia en la cantidad de granos a la cosecha, fue similar.

Al relacionar el índice de áfidos y época de siembra, se obtuvo que los valores de dicho índice para bajar el rendimiento en un 10%, en promedio, son: 41,9; 30,1 y 20,2 para las épocas de siembra I, II y III, respectivamente. Esto permite deducir que un mismo número de áfidos puede causar el doble de daño cuando el trigo es sembrado durante la segunda quincena de octubre en relación a uno sembrado en la segunda quincena de agosto. El fenómeno se explica, porque en general la materia seca del cereal, cuando los áfidos alcanzaron sus máximas poblaciones, era de 3 a 4 veces superior en la época de siembra I que en la época II. Al respecto Wells y McDonald (1961) y Apablaza y Robinson (1967), señalan que cuanto menor sea el desarrollo del cereal, mayor será el daño causado por los áfidos.

EFFECTO DE LOS ÁFIDOS Y DE LA ÉPOCA DE SIEMBRA EN OTRAS CARACTERÍSTICAS DEL CEREAL.

Al atrasar la época de siembra desde agosto a septiembre hasta octubre, la altura del ce-

Cuadro 10 — Efecto de la época de siembra y del *Metopolophium dirhodum* (Walker) en la altura de la planta adulta, rendimiento de paja, lámina del área foliar de la hoja bandera e incidencia del virus (BYDV) en cultivar Huelquén.

Componente	E p o c a s			Con	Afidos		Inter- acción E x A	Localidad y año
	I	II	III		Sin			
Altura (cm)	104,4a	96,1b	72,8c	89,8	92,4a		E x A	Linares 1970
Altura (cm)	103,7a	99,4a	91,9a	96,2b	100,4a			Chillán 1970
Rendimiento en paja (Ton/ha)	9,4a	8,0b	3,9a	6,73b	7,46a			Linares 1970
Rendimiento en paja (Ton/ha)	10,7a	10,2a	8,0b	9,1b	10,2a			Chillán 1970
Area foliar lámina hoja bandera (cm ²)	19,80a	18,68a	19,42a	18,67b	19,92a			Chillán 1971
Plantas con virus (BYDV) (%)	1,75a	2,24a	0,25b	1,52a	1,30a			Chillán 1971
Plantas con virus (BYDV) (%)	0,30a	0,30a	0,30a	0,40a	0,20b			Carillanca 1970

Los tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente (Prueba de Duncan $P \leq 0,05$).

E = Época
A = Afido

real bajó en forma altamente significativa (Cuadros 9 y 10). Esta diferencia en altura podría deberse al aumento de la temperatura media diaria sobre 20°C y la falta de humedad aprovechable, factores que producen disminución en el largo del tallo, según Khalil (1956) y Friend (1965a). El rendimiento en paja disminuyó significativamente por efecto de época de siembra y la acción de los áfidos; factores que disminuyeron el número de macolla por superficie y el largo del tallo.

En todos los ensayos, el áfido *M. dirhodum* (Walker) disminuyó la altura del trigo; y en 66% de los casos estas diferencias fueron altamente significativas.

VIROSIS.

La cantidad de plantas con virosis fue mayor en Chillán que en Carillanca, debido a la mayor densidad de áfidos y al mayor estado de desarrollo vegetativo de las plantas en Carillanca cuando ocurrió el ataque de pulgones. Según Smith (1967), estos dos fac-

tores favorecen los síntomas y el daño ocasionado por el virus. Los síntomas de virosis fueron superiores en las parcelas con áfidos, pero las diferencias fueron estadísticamente significativas en un solo ensayo (Cuadro 10).

El porcentaje de plantas con síntomas del virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) fue inferior al 2% en los ensayos en los cuales se realizó esta observación. Este porcentaje es notoriamente inferior al señalado por Tollenaar y Hepp (1972) y al indicado por Brook (1974) en Inglaterra, lo cual parecería estar indicando que la apreciación de los síntomas no es un buen sistema para detectar la incidencia porcentual de esta enfermedad, o bien que la incidencia de esta enfermedad es muy reducida en esta zona.

En general, la época de siembra no afectó el grado de virosis, y la menor incidencia de éste en la época III en Chillán, podría deberse al menor número de áfidos, o bien, al enmascaramiento de los síntomas debido a la temperatura, lo cual es señalado por diversos autores citados por Bruehl (1961).

RESUMEN

Durante los años 1969 a 1971, se realizaron siete ensayos con el fin de determinar el efecto de la época de siembra y del áfido *Metopolophium dirhodum* (Walker) en el rendimiento de cultivares de trigo de primavera. Los ensayos se realizaron en Chillán, Linares y General López.

Los experimentos para determinar el efecto de la época de siembra y de los áfidos en el rendimiento, se basaron en un diseño de parcelas divididas. Los ensayos en los cuales se estudió el efecto época de siembra, áfidos y cultivares, se basaron en un diseño de parcelas subdivididas. En los ensayos se determinó que:

El áfido *M. dirhodum* (Walker) afectó el rendimiento de grano, peso del grano, número de granos por espiga, altura del trigo y área foliar de la lámina de la hoja bandera. El daño causado por este áfido aumenta al atrasar la época de siembra.

La época de siembra afectó el rendimiento del grano, peso del grano, número de granos por espiga y altura del trigo.

Menflo fue el cultivar menos afectado por el áfido *M. dirhodum* y Huelquén fue de los cultivares ensayados, el afectado en menor grado al variar la época de siembra.

Los hongos del género *Entomophthora* afectaron a los áfidos, alcanzando este parasitismo niveles superiores a un 90%, luego de fuertes infestaciones de áfidos. Los depredadores más importantes fueron sírfidos del género *Allograpta* spp. y el coccinélido *E. connexa* (Germar); no se midió la efectividad de la acción de ellos. Otros depredadores observados fueron los coccinélidos *A. bipunctata* L. y *A. deficiens* Mulsant, pero su importancia relativa fue muy inferior.

SUMMARY

EFFECT OF THE SOWING TIME AND THE APHID ATTACK
M. dirhodum (WALKER) ON THE YIELD OF SPRING WHEAT
CULTIVARS (*Triticum aestivum* L.)

The influence of time of planting on grain yield was determined in relation with the presence of the aphid *Metopolophium dirhodum* (Walker) in seven field experiments with spring wheat at Chillan, Linares and General Lopez (Cari-llanca), during the years 1969-71.

The effect of planting date and the incidence of aphids on grain yield was studied by means of field experiments set in an Split Plot design. To study the date of planting and aphid effect on yield and cultivars, the Split-Split-Plot design was used.

M. dirhodum affected grain yield, seed weight and seed number per spike, plant height and flag leaf area. Aphid damage increased as date of planting was delayed.

Planting date affected grain yield, seed weight, seed per spike and plant height. Cultivar Menflo was the least affected by *M. dirhodum* and Huelquen was more tolerant when the time of planting was changed.

Fungi of *Entomophthora* were observed affecting the aphids; the level of parasitism reached 90 percent, after the aphid population increased notably in number. The most important predators were syrphids of the genus *Allograpta* and the coccinellid *Eriopsis connexa* (Germar). The efficiency of them in controlling the aphids was not measured. Other less important predators detected were the coccinellids *Adalia bipunctata* L. and *A. deficiens* Mulsant.

LITERATURA CITADA

- APABLAZA, J. U. and ROBINSON, A. G. 1967. Effects of three species of aphids on barley, wheat or oats at various stages of plant growth. Canadian Journal of plant science. 47: 367-373.

- _____ y TISKA, V. 1973. Poblaciones de áfidos (Homoptera Aphididae) en trigo de la zona central chilena. *Revista Chilena de Entomología*. 7: 173-181.
- ASANA, R. and WILLIAMS, R. 1965. The effect of temperature stress on grain. *Australian Journal of agricultural research*. 16: 1-13.
- BELTRÁN, F. 1972. Evaluación del daño causado por *Metopolophium dirhodum* (Walker) (Homoptera: Aphidoidea) en tres cultivares de trigo de invierno, Etoile de Choisy, Lilifén, Capelle Desprez, sembrados en dos épocas distintas. Universidad de Concepción, Chillán, Chile. 58 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- BROOK, J. 1974. Barley yellow dwarf virus what sort of problem. *Ann. appl. Biol.* 77: 92-96.
- BRUEHL, C. W. 1961. Barley yellow dwarf. The American Phytopathological Society. Monograph 1 51 p.
- CABALLERO, C. 1972. Incidencia del ataque del pulgón de los cereales *Metopolophium dirhodum* (Walker 1848) en los rendimientos de trigo. *Revista Peruana de Entomología*. 15: 195-200.
- CARRILLO, R., MELLADO, M. y BELTRÁN, F. 1973. Control de pulgones en sementeras de trigo. *Investigación y Progreso Agrícola (Chile)*. 5 (2): 81-83.
- _____. 1973. Efecto de diversos insecticidas en el combate del pulgón verde pálido (*Metopolophium dirhodum* Walker) en cebada (*Hordeum vulgare*). *Agro Sur (Chile)*. 1 (2): 51-56.
- CHILE, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1971. *Investigación Agropecuaria*. Santiago, Chile, pp. 141, 388-390.
- EVANS, L. T. and RAWSON, H. M. 1970. Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of the ear during grain development in wheat. *Australian Journal of biological sciences*. 23: 245-254.
- FRIEND, D. J. 1965a. Ear length and spikelet number of wheat grown at different temperatures and light intensities. *Canadian journal of botany*. 43: 345-354.
- _____. 1965b. Tillering and leaf production in wheat as affected by temperature and light intensity. *Canadian journal of botany*. 43: 1063-1076.
- HAGEN, K. S. and BOSCH, H. F. VAN ENDEM. 1968. Impact of pathogens, parasites and predators on aphids. *Annual Review of Entomology*. 13: 325-384.
- HALL, I. and DUNN, P. 1957. Fungi on spotted alfalfa aphids. Spread of fungi by natural and artificial means is resulting in excellent biological control of aphids in many countries. *California agriculture*. 11 (2): 5-14.
- KHALIL, M. S. 1956. The interrelation between growth and development of wheat as influenced by the temperature, light and nitrogen. *Meded Landb. Hoogeschool Wageningen* 56 (7): 1-73.
- KIRBY, E. J. 1969. The effects of daylength upon the development and growth of wheat, barley and oats. *Field Crop Abstracts*. 22 (1): 1-7.
- KOHN, G. D. and STORRIER, R. R. 1970. Time of sowing and wheat production in southern New South Wales. *Australian journal of experimental agriculture and animal husbandry*. 10: 604-609.
- KOLBE, W. 1969. Investigaciones sobre la aparición de diversas especies de pulgones como causa de mermas de rendimiento y calidad en cerealicultura. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*. 22: 187-224.
- LANGER, R. H. 1967. Physiological approaches to yield determination in wheat and barley. *Field Crop Abstracts*. 20 (2): 101-106.
- LARA DE Z. y ZÚÑIGA, E. 1969. *Metopolophium dirhodum* (Walker) (Homoptera, Aphididae). Afido nuevo para Chile, importante plaga del trigo. *Simiente (Chile)*. 39 (1-3): 34-36.
- LARGE, E. C. 1954. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes Scale. *Plant Pathology*. 3 (4): 128-129.
- LATTEUR, G. 1970. Les pucerons des cereales. *Revue de l'Agriculture*. 11-12: 1633-1646.
- LOBOS, J. y ZÚÑIGA, E. 1969. Evaluación de daños y posibilidades de control integrado del afido del trigo *Metopolophium dirhodum* (Walker) (Homoptera: Aphididae). Trabajo presentado a las xx Jornadas Agronómicas en Chillán. No publicado.
- 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.
- MARTIN, H. 1964. *The scientific principles of crop protection*. England, E. Arnold. pp. 42-44.
- RAUTAPAA, J. 1966. The effect of the English grain aphid, *Macrosiphum avenae* (F) (Hom. Aphididae) on the yield and quality of wheat. *Annales agriculturae fennicae*. 5 (4): 334-341.
- SINGA, O. S. and SRIVASTAVA, A. K. 1970. Physiological response of dwarf wheat varieties to various moisture regimes. *Journal of Research*. Punjab Agricultural University. 7 (4) 667-673. (Extractado del *Field Crop Abstracts* 25 (3): 419).
- SMITH, H. 1967. The effect of aphid numbers and stage of plant growth in determining tolerance to barley yellow dwarf virus in cereals. *New Zealand journal of agriculture research*. 10: 445-466.
- TESIC, B. E. 1965. Effect of seeding time on the yield of some high yielding winter varieties. *Sav. Poljopr.* 13: 913-922. (Extractado del *Field Crop Abstracts* 20 (2): 107).
- THORNE, G., FORD, M. and WATSON, D. 1968. Growth development and yield of spring wheat in artificial climates. *Ann. Bot.* 32: 425-446.
- TISKA, V. 1972. Población y control químico de

- Metopolophium dirhodum* (Walker) Homoptera Aphididae) en trigo (*Triticum aestivum* L.). Universidad Católica de Chile, Santiago. 47 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- TOLLENAAR, H. y HEPP, R. 1972. Presencia del virus causante del enanismo amarillo de la cebada (Barley yellow dwarf virus) en Chile. Agricultura Técnica (Chile). 32 (3): 137-142.
- VOLPENG, H. D. and SIMPSON, G. M. 1967. The relationship between photosynthetic area and grain yield per plant in wheat. Can. J. Plant Sci. 47 (4): 359-365.
- WARDLAW, I. F. 1971. The early stages of grain development in wheat; response to water stress in a single variety. Australian journal of biological sciences. 24 (6): 1047-1055.
- WELLS, S. A. and McDONALD, S. 1961. Notes on the effect of stage development and variety on damage to barley by the corn leaf aphid *Rhopalosiphum maidis* Fitch. Canadian journal of plant science. 41: 866-867.
- ZÚÑIGA, E. 1967. Lista preliminar de áfidos que atacan cultivos en Chile, sus huéspedes y enemigos naturales. Agricultura Técnica (Chile). 27 (4): 165-177.
- . 1970. El pulgón verde pálido de las gramíneas. Agroinformativo Servicio Agrícola y Ganadero Nº 136.