

Efecto de los Afidos *Metopolophium dirhodum* y *Sitobion avenae* y del nitrógeno y potasio sobre la capacidad germinativa y calidad molinera, nutritiva y panadera del grano de trigo (*Triticum aestivum* L.)¹

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

INTRODUCCION

Considerando la importancia del trigo en la contribución de calorías y proteínas a la dieta del chileno, es necesario estudiar aquellos factores que pueden estar influyendo tanto en el rendimiento como en su calidad nutritiva y panadera.

En Chile se han realizado estudios para determinar el efecto del áfido *M. dirhodum* en la calidad nutritiva y panadera del trigo, tanto en cultivares de invierno (Beltrán, 1972) como de primavera (Carrillo, Mellado y Wulf, 1976). En estas investigaciones se determinó que altas infestaciones de *M. dirhodum*, tendieron a aumentar levemente el contenido de proteína del grano, al igual que los valores de microsedimentación. En estos estudios se determinó además que algunos factores de calidad molinera y panadera, no fueron alterados por la acción de este insecto (Carrillo *et al.*, 1976).

En Chile se carece de antecedentes de la acción conjunta de los áfidos *M. dirhodum* y *S. avenae* y de la interacción entre éstos y los nutrientes nitrógeno y potasio sobre la germinación y calidad nutritiva y panadera del grano de trigo. En el exterior se dispone de escasos antecedentes del efecto de *S. avenae*

en los factores anteriormente señalados. Rautapaa (1966) determinó que *Macrosiphum avenae*⁵ (Fab.), disminuye la calidad panadera del trigo, medida a través de la Prueba de Pelschenke, pero las diferencias entre plantas atacadas por este áfido y las sin ataque, no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, Anglade (1969), determinó un ligero aumento en la calidad nutritiva y panadera del grano, debido al ataque de *S. avenae*. Wratten (1975) en Inglaterra, determinó que *M. dirhodum* y *S. avenae* reducen el contenido de proteína del trigo. Trabajos en Finlandia e Inglaterra, han demostrado que la capacidad germinativa del grano no es afectada por las especies de áfidos bajo estudio (Rautapaa, 1966 y Wratten, 1975).

La fertilización nitrogenada produce incrementos en el nitrógeno disponible del suelo, lo cual ha sido asociado con un aumento en el contenido de proteína del grano, existiendo sobre el particular abundantes antecedentes, tanto nacionales (Volke, 1968; Barría, 1970 y Chile, INIA, 1971), como en el exterior (Hojjati y Maleki, 1972 y Partridge y Shaykewich, 1972).

El nitrógeno además mejora la calidad panadera de la harina de trigo, incrementando los valores de sedimentación (Kitterman y Barmore, 1969; Barría, 1970; Chile, INIA, 1971 y Kent, 1971), volumen del pan (Austin, Singh y Nair, 1969; Chile, INIA, 1971 y Kent, 1971), textura de la miga (Chile, INIA, 1971) y absorción de agua (Austin *et al.*, 1969 y Mac Neal *et al.*, 1971). Otros factores tales como peso del hectolitro, dureza del grano y color de la miga del pan, no fueron influenciados por el aumento en los niveles de nitrógeno aplicados (Chile, INIA, 1971).

En contraste con la abundante informa-

¹Trabajo realizado por un convenio entre la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina y Quilamapu. Parte de su financiamiento fue otorgado por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Austral de Chile. Presentado en las xxvi Jornadas Agronómicas. Recepción originales: 2 de septiembre de 1975.

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

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

⁴Ing. Agr. Programas Cereales, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

⁵*Macrosiphum avenae* es sinonimia con *Sitobion avenae*.

ción que se dispone del efecto del nitrógeno en la calidad nutritiva, molinera y panadera del trigo, son escasos los antecedentes sobre el efecto del potasio en las características anteriormente indicadas. Fuehring (1969) y Hojjati y Maleki (1972), han determinado cambios en la composición de aminoácidos de la proteína del trigo, debido a aplicaciones de potasio. En la Unión Soviética, Popova y Mocholova (1971), han determinado aumentos en el contenido de almidón y en la calidad de la harina, al aumentar la dosis de potasio.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo se realizó durante los años 1971, 1972 y 1974 en la Estación Experimental Quilamapu (Chillán, Chile). Para los tres ensayos efectuados se usó un diseño experimental de parcelas divididas, cuyos tratamientos, subtratamientos y subsubtratamientos se detallan a continuación. Durante los años 1971 y 1974, los tratamientos fueron las dosis de nitrógeno (0-60-120 Kg N/ha) y los subtratamientos con y sin áfidos. En 1972 los tratamientos fueron las dosis de nitrógeno (0-75-150 Kg N/ha), y los subtratamientos las dosis de potasio (0-75-150 Kg K₂O/ha) y los subsubtratamientos con y sin áfidos.

Se empleó el cultivar de trigo de primavera Mexifén en dosis de 120 Kg/ha. La aplicación de fósforo fue la misma para los tres años y equivalente a 150 Kg de P₂O₅ por hectárea aplicados como superfosfato triple. El nitrógeno y potasio se aplicaron como salitre sódico y sulfato de potasio, respectivamente.

Para conocer el tenor de nitrógeno, potasio y materia orgánica, los suelos en que se ubicaron los ensayos fueron analizados en el laboratorio de la Estación Experimental Quilamapu, determinándose un nivel bajo lo normal de nitrógeno y uno adecuado de potasio.

El peso del hectolitro se determinó en balanza Schopper de 250 ml de capacidad. El valor de microsedimentación de acuerdo al método de A.A.C.C. modificado por Wulf y descrito en Parodi y Wulf (1966). El resto de las determinaciones se efectuaron de acuerdo a los métodos entregados por la American Association of Cereal Chemists (1962).

RESULTADOS Y DISCUSION

CAPACIDAD GERMINATIVA DEL TRIGO

La capacidad germinativa del trigo (98,5%),

no fue afectada por los áfidos *M. dirhodum* y *S. avenae*, antecedente éste que concuerda con lo señalado por Rautapaa (1968) y Wratten (1975). Tampoco fue afectada por los elementos nutritivos, nitrógeno y potasio, lo que estaría demostrando que la acción directa del áfido *S. avenae* sobre el grano de trigo, se circunscribe a las capas ricas en almidón, no dañando el embrión del grano.

CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL GRANO

En el Cuadro 1, Figura 1 se observa que la fertilización nitrogenada produjo aumentos significativos en el contenido de proteína del grano en todos aquellos casos en que los trigos recibieron la dosis máxima de este nutriente en relación al tratamiento sin fertilización nitrogenada. En un sólo ensayo la dosis media de nitrógeno produjo aumentos de proteína estadísticamente significativos en relación al testigo.

El aumento en el contenido de proteína con la dosis máxima de nitrógeno fue de 17,1 - 29,7 - 14,8% para los años 1971, 1972 y 1974, respectivamente.

El hecho que el contenido de proteína del grano experimente sólo un ligero aumento o bien una leve disminución al emplear dosis reducidas de nitrógeno, ha sido señalado anteriormente por Fernández y Laird (1959) y Mac Neal *et al.* (1971). Los autores citados en primer término sugieren que ello se debería a que al fertilizar con nitrógeno se estimula el crecimiento vegetativo del cereal, en forma tal, que el nitrógeno disponible en el suelo al momento de la floración probablemente es reducido a niveles similares a los que tiene el suelo que no recibió fertilización nitrogenada. De esta manera las plantas fertilizadas con dosis bajas de nitrógeno, disponen en la floración, anthesis y formación del grano, de una cantidad muy similar, o bien ligeramente superior a las no fertilizadas con este elemento, poseyendo en cambio un mayor potencial de formación de hidratos de carbono. Ello no ocurre en las dosis altas, debido a que la disponibilidad de nitrógeno en esta etapa del desarrollo vegetativo, es superior al incremento experimentado por la planta en su capacidad para formar hidratos de carbono.

No se determinaron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de proteína del grano entre aquellos tratamientos que recibieron potasio y los que no lo reci-

Cuadro 1 — Efecto de los áfidos *M. dirhodum* y *S. avenae* y del nitrógeno y potasio en el porcentaje de proteína del grano y producción total de proteína por hectárea (Kg/ha) en trigo cultivar Mexifén.

Año	Áfidos	Dosis de nitrógeno			Dosis de potasio			Promedio	Interacción áfidos
		N ₁	N ₂	N ₃	K ₁	K ₂	K ₃		
<i>Porcentaje de proteína</i>									
1971	Sin áfidos	10,5	10,9	12,6	—	—	—	11,3a	No
	Con áfidos	10,5	10,9	12,0	—	—	—	11,1a	
	Promedio	10,5b	10,9b	12,3a	—	—	—	—	
1972	Sin áfidos	11,5	13,4	15,3	13,3	13,6	13,5	13,4	NxK*
	Con áfidos	12,1	14,0	15,2	13,4	13,7	13,9	13,6a	
	Promedio	11,8c	13,7b	15,3a	13,4a	13,7a	13,7a	—	
1974	Sin áfidos	10,7	10,9	12,3	—	—	—	11,3a	No
	Con áfidos	10,8	11,2	12,4	—	—	—	11,5a	
	Promedio	10,8b	11,1b	12,4a	—	—	—	—	
<i>Producción de proteína total por hectárea</i>									
1971	Sin áfidos	435,3	618,3	832,6	—	—	—	628,7a	
	Con áfidos	357,4	448,5	484,8	—	—	—	430,2b	
	Promedio	396,4c	533,4b	658,7a	—	—	—	—	
1972	Sin áfidos	328,6	500,7	567,0	436,2	473,4	473,8	465,4a	
	Con áfidos	245,5	337,5	338,5	271,0	315,5	324,0	307,2b	
	Promedio	287,0c	419,1b	452,7a	353,6a	394,4a	398,9a	—	
1974	Sin áfidos	378,3	367,6	463,8	—	—	—	403,2a	
	Con áfidos	205,7	247,2	248,4	—	—	—	233,7b	
	Promedio	292,0b	307,4b	356,1a	—	—	—	—	

Los promedios con distinta letra para cada horizontal de dosis de nitrógeno, dosis de potasio y columna áfidos, son estadísticamente diferentes según la Prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

*Significativo 5%.

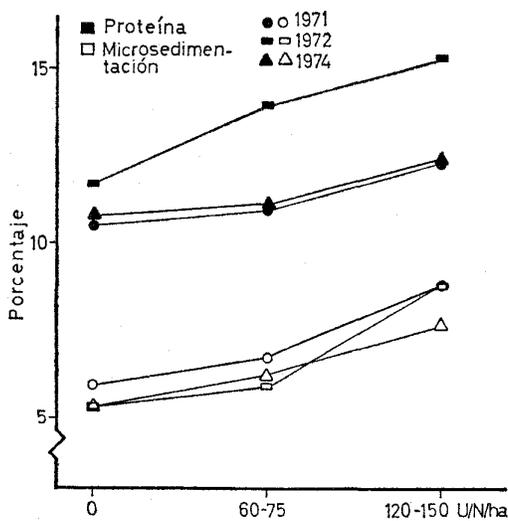


Figura 1 — Efecto de la dosis de nitrógeno en el contenido de proteína y en los valores de sedimentación del grano de trigo.

bieron (Cuadro 1), antecedente que concuerda con lo señalado por Fuehring (1969) y Hojjati y Maleki (1972).

El contenido de proteína del grano no fue afectado por las especies de áfidos en estudio, como se observa en el Cuadro 1, Figura 2. No se determinó interacción entre los áfidos y los elementos nutritivos nitrógeno y potasio, en relación al contenido de proteína. Los resultados obtenidos en 1971, en que la población de áfidos estuvo compuesta en alrededor de 95% por la especie *M. dirhodum*, son corroborados por trabajos anteriores en los cuales se estudió el efecto de *M. dirhodum* en la proteína del grano (Beltrán, 1972 y Carrillo *et al.*, 1976). En 1972 y 1974, cuando ocurrieron fuertes infestaciones naturales de las especies *M. dirhodum* y *S. avenae*, tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de proteína del trigo, resultados que concuerdan con lo señalado por Anglade (1969) y están en con-

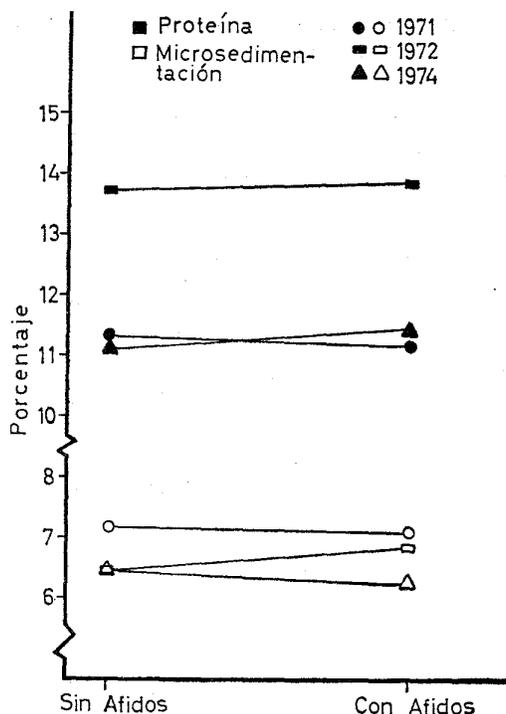


Figura 2 — Efecto de los áfidos *Metopolophium dirhodum* y *Sitobion avenae* en el contenido de proteína y en los valores de sedimentación del grano de trigo.

traposición a los obtenidos por Rautapaa (1968) en avena y Wratten (1975) en trigo.

Los áfidos extraen los solutos orgánicos nitrogenados desde la savia del grano en formación, acelerando además la senescencia y amarillamiento de las glumas y hojas de la planta, reduciendo así en forma indirecta la captación de nitrógeno por ella (Neales, Anderson y Wardlaw, 1963); y Mikesell y Paulsen, 1971). Una posible explicación del por qué el ataque de los áfidos no afecta el contenido de proteína del grano, se debería a que los factores anteriormente señalados, no afectan únicamente a la formación de proteína, sino que también lo hacen sobre la fotosíntesis y por consiguiente en la formación de hidratos de carbono. Por esta razón la disminución en la absorción de nitrógeno desde el suelo y la extracción de este elemento o compuestos proteicos por los áfidos, puede ser similar o levemente inferior y/o superior a la disminución en la fotosíntesis de la planta y extracción de hidratos de carbono por estos insectos, de manera que el contenido de proteína del grano tiende a ser similar o bien experimente un pequeño aumento

o disminución no significativo. La falta de interacción entre nitrógeno y áfidos en relación al contenido de proteína, se explicaría porque con mayor número de áfidos habría una disminución en la proteína del grano y una reducción similar en los hidratos de carbono.

Al analizar la producción de proteína total por hectárea (Cuadro 1), se observa que la adición de la dosis máxima de nitrógeno en las parcelas libres de áfidos, produjo aumentos de 91,2 - 72,8 - 22,6% en los años 1971, 1972 y 1974, respectivamente. Este gran aumento en la producción de proteína, se debió a que la dosis máxima de nitrógeno aumentó, tanto el porcentaje de proteína del grano, como su rendimiento. El potasio aún cuando produjo aumentos de proteína, ellos no fueron estadísticamente significativos.

Los áfidos produjeron una disminución estadísticamente significativa en la proteína por hectárea (Cuadro 1), debido a que si bien estos insectos no disminuyeron el contenido de proteína del grano, redujeron drásticamente el rendimiento del cereal.

CALIDAD MOLINERA Y PANADERA DEL TRIGO

El nitrógeno produjo aumentos en los valores de microsedimentación (Cuadro 2 y Figura 1); sin embargo, éstos fueron estadísticamente diferentes al testigo únicamente con la dosis más alta de este elemento. La adición de la dosis máxima de nitrógeno permitió que los valores de microsedimentación del grano de trigo, que sin nitrógeno o con las dosis intermedias son considerados como aceptables, alcanzaran el nivel de buenos. Los valores de microsedimentación también fueron aumentados por el potasio, no determinándose ningún efecto de los áfidos en esta prueba de calidad panadera de la harina de trigo. Al relacionar 130 resultados obtenidos para proteína y microsedimentación, se encontró una correlación significativa entre estas dos características ($r = 0,647^{**}$). Esto concuerda con lo indicado por Kitterman y Barmore (1969) y Schlesinger citado por Kent (1971), quienes coinciden en señalar la estrecha relación entre los valores de sedimentación y proteína del grano. Por esta razón las consideraciones expuestas anteriormente para explicar los cambios en el contenido de proteína del grano, son también válidas para explicar las variaciones ocurridas en los valores de microsedimentación.

Cuadro 2 — Efecto de los áfidos *M. dirhodum* y *S. avenae* y del nitrógeno y potasio en los valores de microsedimentación y Pelshenke y del cultivar de trigo Mexifén.

Año	Áfidos	Dosis de nitrógeno			Dosis de potasio			Áfidos promedio	Interacción
		N ₁	N ₂	N ₃	K ₁	K ₂	K ₃		
<i>Microsedimentación</i>									
1971	Sin áfidos	5,95	6,80	8,72	—	—	—	7,16a	No
	Con áfidos	5,80	6,60	8,95	—	—	—	7,11a	
	Promedio	5,90b	6,70a	8,83a	—	—	—	—	
1972	Sin áfidos	4,88	6,17	8,39	6,13	6,99	6,33	6,38a	No
	Con áfidos	5,68	5,69	9,22	6,47	7,26	6,86	6,86a	
	Promedio	5,28b	5,93b	8,80a	6,30b	7,12a	6,59b	—	
1974	Sin áfidos	4,94	6,36	8,26	—	—	—	6,52a	No
	Con áfidos	5,38	6,12	7,46	—	—	—	6,65a	
	Promedio	6,16b	6,24ab	7,86a	—	—	—	—	
<i>Pelshenke</i>									
	Sin áfidos	93,3	116,0	99,9	95,7	103,4	111,2	103,0a	
	Con áfidos	91,1	113,4	110,9	104,7	118,4	102,6	108,5a	
	Promedio	92,4b	114,7a	105,4a	100,2a	110,9a	106,9	—	

Los promedios con distinta letra para las horizontales, dosis de nitrógeno, dosis de potasio y columna áfidos, son diferentes estadísticamente según la Prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

Conjuntamente con la prueba de microsedimentación, que mide la calidad de la proteína, en el año 1972 se realizó el ensayo de Pelshenke. En el Cuadro 2 se puede observar que únicamente el nitrógeno produjo cambios estadísticamente significativos en los valores de Pelshenke. Al correlacionar 54 valores el contenido de proteína y valor de Pelshenke, se obtuvo un coeficiente de correlación no significativo ($r = 0,386$) lo que concuerda con lo observado por Parodi y Wulf (1966).

La fertilización nitrogenada produjo cambios estadísticamente significativos en otros

índices de calidad panadera del trigo, tales como porcentaje de absorción de agua, volumen del pan y textura de la miga (Cuadro 3). Índices de calidad molinera y panadera, tales como dureza del grano y color de la miga, no fueron afectados.

En numerosos trabajos se han encontrado aumentos en el volumen del pan y porcentaje de absorción de agua, debido a incrementos en el contenido de proteína (Austin *et al.*, 1969 y Mac Neal *et al.*, 1971). Este incremento en el volumen de pan y porcentaje de absorción de agua, es debido a que el nitrógeno aumenta el contenido de gluten del grano de

Cuadro 3 — Efecto de los áfidos *S. avenae* y *M. dirhodum* y del nitrógeno en la calidad panadera y molinera del trigo Mexifén.

Índices de calidad panadera	Dosis de nitrógeno			Áfidos	
	N ₁	N ₂	N ₃	Con	Sin
Porcentaje de absorción de agua	53,1b	54,8a	54,9a	54,4a	53,5a
Volumen del pan	58,1b	57,7b	61,4a	59,3a	58,8a
Dureza del grano	32,0a	31,7a	31,6a	31,8a	31,7a
Color de la miga	64,6a	64,6a	64,8a	64,8a	64,8a
Textura de la miga	63,4b	64,2ab	64,4a	63,6a	63,6a

Los valores con distinta letra para las horizontales, dosis de nitrógeno y áfidos, son estadísticamente diferentes según la Prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

trigo, especialmente en su fracción de prolamina y glutenina (Abrol *et al.*, 1971), fracciones que de acuerdo a Kent (1971), son las responsables de las propiedades de elasticidad y absorción de agua de la harina.

La aplicación de los nutrientes nitrógeno y potasio no afectó significativamente el peso del hectolitro. Los áfidos, aun cuando redujeron en forma estadísticamente significativa el peso del hectolitro (Cuadro 4), no afectaron la calificación del grano de acuerdo a este factor, según los estándares universalmente aceptados.

POBLACIONES DE ÁFIDOS

Las poblaciones máximas alcanzaron a 77,8; 56,5 y 152,8 áfidos por eje en los años 1971, 1972 y 1974. Las principales especies de áfidos fueron *M. dirhodum* y *S. avenae*, las cuales constituyeron más del 95% de la población de estos insectos.

Se determinó una mayor población de áfidos en las parcelas que recibieron nitrógeno, siendo este efecto más marcado en los estados iniciales de desarrollo del cereal.

Cuadro 4 — Efecto del nitrógeno y potasio y de los áfidos *M. dirhodum* y *S. avenae* en el peso del hectolitro.

Año		Dosis de nitrógeno			Dosis de potasio			Áfidos promedio	Interacción
		N ₁	N ₂	N ₃	K ₁	K ₂	K ₃		
1971	Sin áfidos	83,4	83,4	83,4	—	—	—	83,4a	No hay
	Con áfidos	82,8	82,4	82,4	—	—	—	82,5b	
	Promedio	83,1a	82,9a	82,9a	—	—	—		
1972	Sin áfidos	83,9	84,4	83,8	84,1	83,8	84,3	84,0a	No hay
	Con áfidos	82,9	82,6	82,8	82,5	82,4	82,9	82,7b	
	Promedio	83,4a	83,5a	83,3a	83,3a	83,1a	83,6a		
1974	Sin áfidos	80,4	80,8	80,4	—	—	—	80,5a	No hay
	Con áfidos	78,4	77,8	77,2	—	—	—	77,8b	
	Promedio	79,4a	79,3a	78,8a	—	—	—		

Los valores para las horizontales, dosis de nitrógeno, dosis de potasio y para la columna áfidos con distinta letra para los promedios, son diferentes estadísticamente a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

R E S U M E N

Con el objeto de conocer el efecto de los áfidos *Sitobion avenae* y *Metopolophium dirhodum* y de los fertilizantes nitrogenados y potásicos, en la capacidad germinativa y calidad nutritiva y panadera del cultivar de trigo de primavera Mexifén, se analizaron muestras de ensayos de campo. Los trabajos se efectuaron en la Estación Experimental Quilmapu (Chillán) durante los años 1971 y 1974.

La capacidad germinativa del grano se determinó en una cámara de germinación; la calidad nutritiva del grano se evaluó a través del contenido de proteína y la calidad molinera y panadera mediante la prueba de Pelschenke, valor de microsedimentación, volumen del pan, porcentaje de absorción de agua, índice de dureza del grano y color y textura de la miga.

Los áfidos no afectaron la capacidad germinativa ni los índices de calidad nutritiva y panadera estudiados, pero disminuyeron la producción de proteína total por hectárea y el peso del hectolitro.

El nitrógeno produjo incrementos en el contenido de proteína del grano y en la producción de proteína total por hectárea. Este elemento además mejoró la calidad molinera y panadera, incrementando el porcentaje de absorción de agua, volumen del pan, textura de la miga, valor de microsedimentación y cifra de Pelschenke. Otros índices, tales como índice de dureza del grano y color de la miga y peso del hectolitro, no fueron afectados.

El potasio sólo influyó en los valores de microsedimentación.

En el trabajo se discuten las razones que pueden explicar los cambios producidos en el trigo, causados por las variables en estudio.

S U M M A R Y

EFFECTS OF *Metopolophium dirhodum* AND *Sitobion avenae* AND NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZATION ON GERMINATION, MILLING, NUTRITIVE AND BEAKERING QUALITY OF WHEAT GRAIN (*Triticum aestivum*)

Seed samples of cultivar Mexifen from field plots under different nitrogen potassium fertilizer treatments and aphid attack (*Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum*) were analysed for aphids affect on the germination ability of the seed and on its nutritive value and baking properties. The experiments were performed at the Quilamapu Experiment Station (Chillán) during 1971, 1972 and 1974.

Germination capacity was determined in a germinator. Kernel nutritive value was evaluated as protein content and baking quality through the Pelshenke test. Also determined on these samples were microsedimentation value, loaf volume, water absorption rate, grain hardness color and crumb texture.

No detectable effects due to aphid attack were observed on the germinating ability, nutritive value, and baking properties of wheat samples analysed. Total protein yield per hectare and hectoliter weight were reduced.

Nitrogen fertility increased grain protein percentage as well as total protein yield per hectare. This element improved milling and baking quality as it increased water absorption, loaf volume, crumb texture, microsedimentation value and Pelshenke's value. Grain hardness, crumb color and hectoliter weight were not affected.

Potassium affected only microsedimentation values. This paper discusses some of the factors involved in the wheat plant that might have been modified by the variables under study.

LITERATURA CITADA

- ABROL, Y. P., UPRETY, D. C., AHUJA, V. P. and NAIK, S. M. 1971. Soil fertilizer levels and protein quality of wheat grains. Aust. J. Agric. Research. 22: 195-200.
- AMERICAN ASSOCIATION of Cereal Chemists (AACC). 1962. Cereal laboratory methods. 7 edition. Minn. USA.
- ANGLADE, M. P. 1969. Essais d'estimation des dégâts provoqués sur le blé par la présence de colonies abondantes de *Macrosiphum avenae* Fab. Revue de Zoologie Agricole et de Pathologie Vegetale, 68: 17-25.
- AUSTIN, A., SINGH, D. and NAIR, T. V. 1969. Relative importance of protein, wheat meal fermentation time and sedimentation values as indices of loaf volume. Journal of Food Science and Technology, 6(1): 33-34.
- BARRÍA, E. 1970. Efectos del nitrógeno y fósforo en distintos tipos de suelos sobre algunas características de calidad de trigo de invierno var. Capelle Desprez. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 94 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- 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).
- CARRILLO, R., MELLADO, M. y WULF, H. 1976. Influencia del áfido *Metopolophium dirhodum* (Walker) y de la época de siembra en la calidad molinera, nutritiva y panadera del trigo. Agricultura Técnica (Chile). 36(3): 103-108.
- CHILE, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). 1971. Investigación agropecuaria. p. 136.
- 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: 33-36.
- FUEHRING, H. D. 1969. Irrigated wheat on a calcareous soil as affected by application of nitrogen. Phosphorous, potassium and zinc. I Yield, composition and number of heads. Agron. J. 61: 591-594.
- HOJJATI, S. M. and MALEKI, M. 1972. Effect of potassium and nitrogen fertilization on lysine, methionine and total protein contents of wheat grain, *Triticum aestivum* L. em. Thell. Agron. J. 64: 46-48.

- KENT, H. L. 1971. Tecnología de los cereales. Trad. del inglés por los Dres. Manuel Catalán y Mariano González. Zaragoza. Actibia. 267 p.
- KITTERMAN, J. S. and BARMORE, M. A. 1969. A note of some protein, ash viscosity and damaged starch relationship in the sedimentation test. Cereal Chemistry. 46 (3) : 281-288.
- MAC NEAL, F. H., BERG, M. A., BROWN, P. L. and MAC GUIRE, C. F. 1971. Productivity and quality response of five spring wheat genotypes *Triticum aestivum* L., to nitrogen fertilizer. Agron. J. 63: 908-910.
- MIKESSELL, M. E. and PAULSEN, G. M. 1971. Nitrogen translocation and role of individual leaves in protein accumulation in wheat grain. Crop. Sci. 11 (6) : 919-922.
- NEALES, T. F., ANDERSON, M. J. and WARDLAW, J. F. 1963. The role of the leaves in the accumulation of nitrogen by wheat during ear development. Aust. J. Agric. Res. 14: 725-736.
- 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 C. F. SHAYKEWICH. 1972. Effects of nitrogen, temperature and moisture regime on the yield and protein content of Neepawa wheat. Can. J. Soil. Sci. 52: 179-185.
- POPOVA, R. N. and MOCHOLOVA, A. D. 1971. Bulletin Vsesoyuznogo Nauchno-Issledovatel' skogo. Instituta Udobrenii i Agropochvovedeniya. 12: 3-6. (Field Crop Abstracts. 25 (4) : 648. 4904. 1972).
- 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 (4) : 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.
- VOLKE, V. 1968. Efectos del nitrógeno y del fósforo sobre el rendimiento y contenido de ambos nutrientes en trigo Capelle Desprez. Agricultura Técnica (Chile). 28 (4) : 162-169.
- WRATTEN, S. D. 1975. The nature of the effects of the aphids *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum* on the growth of wheat. Ann. Appl. Biol. 79: 27-34.