

SELECCION DE GENOTIPOS DE TRIGO PARA TOLERANCIA AL VIRUS DEL ENANISMO AMARILLO DE LA CEBADA (VEAC) EN LA ZONA CENTRO NORTE DE CHILE¹

Screening of wheat genotypes for tolerance to barley yellow dwarf virus (BYDV) in the north central zone of Chile

Mireya Zerené Z.², Ignacio Ramírez A.², René Cortázar S.² y Carlos Quiroz E.²

SUMMARY

During the 1986/87, 1987/88, and 1988/89 seasons, tolerant to Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV) germplasm was selected, using artificial infection under field conditions, with viruliferous aphids on bread and durum wheat in the North Central Zone of Chile.

One thousand to hundred and two wheat varieties or lines were studied. These materials were submitted to two treatments: artificial inoculation with BYDV and permanent protection against aphids.

A special methodology to rise big amounts of viruliferous aphids was developed in order to provide a good infection of the material under study, reaching a production of more than 20 millions of specimens during 1987/88 and 1988/89 seasons.

As permanent protection the insecticide dimetoato was applied every 15 days.

During the three seasons of the study a very good infection was obtained being the average yield loss approximately 20%, and as high as 36.74% in bread wheat and 43.91% in durum wheat during 1987/88. From this study 29 bread wheat and 12 durum wheat genotypes were selected, all of them with good tolerance level during the three above mentioned seasons.

INTRODUCCION

La identificación paulatina de algunos áfidos que afectan al trigo, ha servido de base para el estudio del virus del enanismo amarillo de la cebada (VEAC), sus posibles vectores y los efectos que produce en las plantas. Es así como INIA (1970) indicaba la posibilidad que *Metopolophium dirhodum* (Walker) introducido al país tres años antes, podría corresponder al vector del VEAC, y que, aparentemente, se encontraba poco distribuido en el país, sin causar pérdidas económicas.

En 1972 se demostró la existencia del VEAC por medio de inoculaciones en avena y trigo, usando *Rhopalosiphum padi* (L.) y *M. dirhodum* criados en plantas con síntomas, el que fue transmitido por los áfidos (Tollenaar y Hepp, 1972).

En 1973 y 1974 se observan los primeros daños producidos por el VEAC y, en 1975, se presenta una fuerte epifitía, más severa en la región centro-norte. Daños evaluados en trigo en la Estación Experimental La Platina (INIA), indicaron una disminución de rendimiento de un 31,5%, presentando, las variedades en estudio, un promedio de peso del hectolitro, de sólo 75,3 kg/hl, en circunstancias que en años previos, el peso promedio de centenares de líneas, había llegado a 80 kg/hl (Cortázar, 1980; Cortázar, 1982).

¹Recepción de originales: 10 de octubre de 1989.

²Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

En 1976 se comprobó, por microscopía electrónica, que el virus causante de la sintomatología observada, era el Virus del Enanismo Amarillo de la Cebada (Caglevic y Urbina, 1976).

El control del complejo áfido - VEAC en Chile, se enfocó inicialmente a la búsqueda de tolerancia varietal a los áfidos, lo que no dio resultado; se trabajó entonces en lograr una reducción de los vectores del virus por medio de un adecuado control biológico. Para ello, se desarrolló un programa masivo de introducción, multiplicación y distribución de enemigos naturales de los áfidos, complementado con un control químico selectivo que afectase lo menos posible los agentes del control biológico nativo existente en el país y de aquellos introducidos (Zuñiga, 1986).

La multiplicación de enemigos naturales existentes en Chile e introducidos del extranjero, permitió que los áfidos dejaran de ser una plaga importante de los cereales (Gerding y otros, 1989).

Con la aparición del VEAC en forma generalizada, el primer paso fue el cambio de variedades susceptibles, a líneas que mostraran una mayor tolerancia a la enfermedad. Para ello, INIA inició en 1976 un programa de mejoramiento genético para obtener mayor tolerancia al virus. Como no era posible desarrollar un programa eficiente de selección en condiciones naturales, se elaboró un programa destinado a someter el germoplasma a una fuerte presión del patógeno, mediante inoculaciones artificiales.

En el presente trabajo se explica la metodología utilizada para efectuar la selección de genotipos de trigo para tolerancia al VEAC en la zona centro-norte del país, y los resultados obtenidos en tres temporadas.

MATERIALES Y METODOS

La tolerancia de los genotipos de trigo estudiados, se determinó a través de dos tratamientos:

- Inoculación artificial con los áfidos virulíferos *R. padi*, *M. dirhodum*, *Sitobion avenae* (Fab.) y *S. graminum* (R), en el estado de desarrollo 31 a 32 de la escala de Zadoks (primer a segundo nudo detectable).
- Protección permanente contra áfidos con aplicaciones de dimetoato (Dimetoato 40 EC, 1 lt/ha) cada 15 días.

El germoplasma estudiado en cada tratamiento se sembró con tres repeticiones en parcelas de un surco de dos metros y una separación entre surcos de 30 cm.

Los genotipos evaluados provinieron del Programa de Fitomejoramiento de Trigo del INIA y de los Viveros Internacionales del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). El número de líneas homocigotas y variedades evaluadas durante las tres temporadas analizadas, se indica en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Número de genotipos de trigo evaluados para tolerancia al VEAC durante tres temporadas en el ensayo vivero de inoculación artificial. Estación Experimental La Platina 1986/87, 1987/88 y 1988/89

TABLE 1. Number of wheat genotypes evaluated for tolerance to BYDV during three seasons in the artificially inoculated nursery. La Platina Exp. Sta. 1986/87, 1987/88, and 1988/89. (Santiago, Chile)

Especie	Número de Genotipos			Total
	Temporada			
	1986/87	1987/88	1988/89	
Trigo de Pan	101	326	387	814
Trigo Candeal	51	183	154	388

El manejo del ensayo durante las tres temporadas, fue similar; la siembra, en 1986/87, se realizó la primera semana de julio, en 1987/88, entre el 22 y el 25 de junio, y, en 1988/89, entre el 4 y el 7 de julio. La inoculación artificial, en las tres temporadas, se efectuó la tercera semana de septiembre. La dosis de fertilizante aplicada, también en las tres temporadas, fue de 32 kg P/ha a la siembra y 96 kg N/ha, parcializado, la mitad a la emergencia del cultivo y, el resto, a finales de macolla.

El control de malezas se efectuó con aplicaciones de 1 lt/ha de 2,4-D amina (2,4-D 720), más 0,5 lt/ha de picloram/2,4-D amina (Tordon 101), cuando las plantas tenían entre 4 a 6 hojas. El control químico de malezas fue complementado con limpiezas a mano. En cada temporada se aplicó alrededor de 6 riegos a partir de la segunda quincena de septiembre, con una frecuencia de 15 días. Para evitar la presencia de otras enfermedades foliares se hizo aplicaciones preventivas con el fungicida triadimefon (Bayleton-25 WP).

Una de las dificultades que presentó el estudio de tolerancia a la virosis fue obtener una inoculación uniforme, lo que se subsanó, en parte, con las repeticiones y el uso de testigos tolerantes (Tolbay-INIA y Hercules x Gta "S") y susceptibles al VEAC (Millaleu-INIA y Quilafén).

Crianza de áfidos virulíferos

Obtención de inóculo inicial. Aproximadamente en junio de cada año se recolectaron plantas de avena de sementeras con sintomatología de la enfermedad, y se trasplantaron a maceteros. Las plantas recolectadas fueron sometidas al test de ELISA (Clarck y Adams, 1977; Lister y Rochow, 1979 y Herrera, 1984). Los sueros utilizados se obtuvieron del Laboratorio BIOREBA AG, específicos para la detección de la raza PAV (*Padi avenae virus*).

Las plantas que resultaron positivas a la presencia del virus, fueron desinfectadas con insecticida, para eliminar posibles enemigos naturales de los áfidos y se colocaron en jaulas de madera y tul. Al cabo de 15 días la avena con VEAC se infectó con ninfas avirulíferas de *R. padi*. De este modo se obtuvo los áfidos virulíferos iniciales, los cuales se reprodujeron posteriormente en forma masiva.

Multiplificación masiva de áfidos virulíferos. Previamente, a partir de mayo, se inició una siembra escalonada de avena en maceteros de 14 cm de diámetro, aproximadamente 170 maceteros por semana. La siembra se realizó en invernadero, en una jaula permanente de fierro y tul, y se continuó hasta julio, para completar 2.000 maceteros.

En la primera semana de julio, una vez sembrados los ensayos de campo, se ubicaron, en el mismo potrero, tres jaulas portátiles de fierro y tul de 18 m² cada una, donde se trasplantó la avena (20 cm de altura aproximadamente), que fue desinfectada con diclorvos 48% p/v (Vapona 48 LE). Durante la segunda semana de julio se distribuyeron los áfidos virulíferos, obtenidos inicialmente en la avena sana para su reproducción masiva y para producir la transmisión del virus. La avena de las jaulas, por estar sembrada directamente en el suelo, desarrolló un mayor follaje que la avena sembrada en maceteros, lo que derivó en una mayor carga de pulgones y por más tiempo. En la segunda semana de agosto, se distribuyeron áfidos virulíferos en la jaula perma-

nente y, al final del mismo mes, en el invernadero calefaccionado.

Aunque la crianza se inició con *R. padi*, al ir aumentando la temperatura, posteriormente se desarrollaron otras especies de áfidos como *M. dirhodum*, *S. avenae* y *S. graminum*.

Inoculación artificial. Cuando las plantas del ensayo llegaron al estado 31 a 32 de la escala de Zadoks, se cortó la avena con áfidos virulíferos y se depositó en cajas de "plumavit"; en el fondo de ellas se puso polvo de talco, para recolección de los pulgones que caían del follaje. Inmediatamente después de esto, se llevaron las cajas al lugar de los ensayos y se depositó la avena con los áfidos virulíferos sobre el germoplasma en ensayo.

Durante las temporadas 1987/88 y 1988/89 se recolectaron muestras de las plantas inoculadas artificialmente con el virus, las que se enviaron a la Estación Experimental Rothamsted, en Inglaterra. El análisis de esas aislaciones, mediante el método Indirect ELISA con sueros monoclonales, indicó que se estaba inoculando principalmente con las razas PAV y MAV (*Macrosiphum avenae virus*). Las razas PAV y MAV son las predominantes en condiciones naturales en el país (Herrera y otros, en prensa).

Durante la temporada 1986/87 se criaron sobre dos millones y medio de áfidos virulíferos, pero, en las dos temporadas siguientes, por el acondicionamiento de nuevas instalaciones para la reproducción de áfidos, se superaron los 20 millones. En promedio, el número de áfidos inoculados por surco de dos metros de largo, fue de 1.050 en 1986/87, 8.000 en 1987/88 y 5.000 en 1988/89.

Sistema de selección. Los parámetros mas afectados por el VEAC en la zona centro-norte del país, son el rendimiento y el peso del hectolitro, debido a esto para la selección del germoplasma mas tolerante, se toman en cuenta cuatro notas: rendimiento inoculado, peso del hectolitro inoculado, diferencia de rendimiento entre protegido e inoculado y diferencia de peso del hectolitro entre protegido e inoculado.

Debido a que en trigo de pan y candeal no hay genes mayores que otorguen resistencia al virus, se busca seleccionar aquellos genotipos que sean más tolerantes, es decir que, a pesar de ser susceptibles a la enfermedad, éstos resistan, sin sufrir severa pérdida de rendimiento y calidad.

Se midió la altura de planta en el estado de desarrollo 87 de la escala de Zadoks, para comprobar el efecto de la inoculación.

Se calcularon correlaciones entre las variables rendimiento inoculado, peso del hectolitro inoculado, pérdida de rendimiento y pérdida de peso del hectolitro.

RESULTADOS Y DISCUSION

La alta presión del virus sobre las plantas en ensayo (trigos de pan y candeal), produjo caídas importantes del rendimiento y del peso del hectolitro durante las tres temporadas analizadas (Cuadro 2), lo que permitió hacer una selección efectiva del germoplasma.

Los niveles de tolerancia observados en el trigo candeal fueron inferiores a los presentados por el trigo de pan. Considerando un promedio de lo ocurrido durante las tres temporadas, el trigo candeal perdió aproximadamente un 20% más en rendimiento y peso del hectolitro por el virus, que el trigo de pan.

Durante la temporada 1987/88 se produjeron las mayores caídas de rendimiento y peso del hectolitro, debido a la infección artificial del virus. El

peso del hectolitro en dicha temporada tuvo una baja de 3,08 kg/hl en trigo de pan y 3,88 kg/hl en trigo candeal (Cuadro 2).

En la temporada 1988/89 se observó un comportamiento distinto al tradicionalmente observado en el germoplasma bajo inoculación artificial, aunque al igual que en temporadas anteriores el rendimiento tuvo una caída importante, las pérdidas observadas en el peso del hectolitro fueron inferiores a las de otros años, presentándose además, por primera vez, una disminución significativa ($P \leq 0,05$) en la altura de las plantas inoculadas, cercana a 7 cm en promedio, considerando todo el germoplasma del ensayo. Esto puede explicarse porque dicha temporada, fue bastante más seca que lo normal, lo que pudo haber provocado un adelanto en el desarrollo de la virosis. Por este motivo, en la selección realizada durante 1988/89, para evaluar el nivel de tolerancia del germoplasma estudiado, el peso del hectolitro fue considerado en segundo lugar después del rendimiento.

Las correlaciones calculadas para las variables rendimiento, peso del hectolitro y pérdidas, presentaron valores altamente significativos ($P \leq 0,01$) en todos los casos, lo que implica que la probabilidad de encontrar germoplasma con las condiciones requeridas es alta (Cuadro 3).

CUADRO 2. Promedio de rendimiento y peso del hectolitro del germoplasma integrante del "Vivero de Inoculación Artificial" por especie durante tres temporadas. Est. Exp. La Platina 1986/87, 1987/88 y 1988/89

TABLE 2. Average yield and hectoliter weight of germplasm species included in the artificially inoculated nursery during three seasons. La Platina Exp. Sta. 1986/87, 1987/88, and 1988/89 (Santiago, Chile)

Temporada	Rendimiento			Peso del Hectolitro		
	Protección permanente (g/0,6 m ²)	Inoculación artificial (g/0,6 m ²)	Pérdida (%)	Protección permanente (g/0,6 m ²)	Inoculación artificial (g/0,6 m ²)	Pérdida (%)
1986/1987						
Trigo de Pan	331,03	265,11	19,91	81,39	79,16	2,74
Trigo Candeal	355,43	274,62	22,74	82,13	80,29	2,24
1987/1988						
Trigo de Pan	379,85	240,30	36,74	84,40	81,32	3,65
Trigo Candeal	362,32	203,24	43,91	84,76	80,88	4,58
1988/1989						
Trigo de Pan	408,62	302,33	26,01	84,13	83,17	1,14
Trigo Candeal	398,13	260,29	34,62	84,79	82,92	2,21

CUADRO 3. Correlaciones entre los parámetros utilizados para seleccionar germoplasma tolerante al VEAC en las temporadas 1986/87, 1987/88 y 1988/89. Estación Experimental La Platina

TABLE 3. Correlations between parameters used for selecting germplasm tolerant to BYDV in the 1986/87, 1987/88, and 1988/89 seasons. La Platina Exp. Sta. (Santiago, Chile)

Temporada	Peso del hectolitro inoculado artificialmente	Pérdida de rendimiento (PP-IA) ¹	Pérdida de peso del hectolitro (PP-IA)
Rendimiento inoculado artificialmente			
1987/88 ²	0,53*	-0,71*	-0,62*
1988/89 ³	0,40*	-0,62*	-0,53*
1988/89 ⁴	0,40*	-0,68*	-0,45*
Peso del hectolitro inoculado artificialmente			
1987/88 ²		-0,44*	-0,80*
1988/89 ³		-0,21*	-0,57*
1988/89 ⁴		-0,38*	-0,92*
Pérdida de rendimiento (PP-IA)			
1987/88 ²			0,58*
1988/89 ³			0,46*
1988/89 ⁴			0,48*

¹PP = Protección permanente; IA = Inoculación artificial.

²Trigos de pan y candeal.

³Trigo de pan.

⁴Trigo candeal.

*Significativo ($P \leq 0,01$).

En el Cuadro 4 se presenta el número de genotipos de trigo que fueron seleccionados una, dos y tres temporadas por tolerancia al virus, bajo condiciones de fuerte infección artificial. El germoplasma que cuenta con tres temporadas de selección, se considera confiable en cuanto a su nivel de tolerancia al VEAC. Esto significa que en trigos de pan el 28,7% de los genotipos fue tolerante al VEAC en las tres temporadas de selección y en trigos candeal, el 23,5%.

Considerando el rendimiento de grano y peso del hectolitro, en el Cuadro 5 se presenta el comportamiento de los 29 genotipos de trigo de pan descritos en el cuadro anterior con el mejor nivel de tolerancia al VEAC durante las tres temporadas de selección.

CUADRO 4. Número de genotipos de trigos seleccionados como tolerantes al VEAC. Estación Experimental La Platina 1986/87, 1987/88 y 1988/89

TABLE 4. Number of wheat genotypes selected for tolerance to BYDV. La Platina Exp. Sta. 1986/87, 1987/88, and 1988/89 (Santiago, Chile)

Especie	Número de Genotipos		
	Nº de temporadas de Selección		
	3	2	1
Trigo de Pan	29	39	114
Trigo Candeal	12	10	65

El comportamiento de las variedades o líneas, indica que generalmente son algunos parámetros de selección los que sobresalen más que otros.

Es así como entre las 29 variedades de trigo de pan (Cuadro 5), las líneas Buck Mapache, Vee "S", 81 IBWSN 182, 81 IBWSN 182.2, CEP 80111, A4-66 Cmn x Ctk/titmouse "S", SPR 77-228, Tqf x Cajeme 71 y Jup x Ald "S" México, presentaron un rendimiento (bajo inoculación artificial, promedio de las tres temporadas), superior en relación al promedio de todo el germoplasma de trigo de pan evaluado y un buen nivel de tolerancia en los otros parámetros de selección.

Por otra parte, los resultados de peso del hectolitro de genotipos con virus, otorgan los índices de tolerancia más altos para las variedades (Bb-INIA/INIA-RL) x TRM73 CMH 72-A-508 x CMH 72-428, Rojo 37/Goh/S127/2/Kal Bb, BJY "S"/CDC y Cno-7C x Kal-Bb/Pri "S".

Considerando todos los factores de selección, el genotipo de mejor tolerancia es el Buck Mapache.

La última variable, medida para estas 29 variedades o líneas, fue la pérdidas de rendimiento y peso del hectolitro, la cual, en todos los casos, resultó inferior a las observada en el testigo susceptible Millaleu-INIA (Cuadro 5).

Bajo el mismo esquema anterior, se hizo la valoración de los 12 genotipos de trigo candeal (Cuadro 6), resultando, como promedio de las tres temporadas, que las líneas CM-9704-39M-2Y-4M-1Y-0Y x CR"S"-215A-IIIC, Crane "S" y 21563/AA"S"//D.DW S-15/3/Cr"S", fueron las únicas que superaron el rendimiento promedio de todo el germoplasma evaluado y, a su vez, compartieron un buen nivel de tolerancia en las otras tres variables de selección.

**CUADRO 5. Comportamiento bajo inoculación artificial del germoplasma de 29 variedades de trigo de pan seleccionado durante tres temporadas por tolerancia al VEAC (%).
Estación Experimental La Platina 1986/87, 1987/88 y 1988/89**

TABLE 5. Performance under artificial inoculation of 29 bread wheat germplasm selected during three seasons for tolerance to BYDV. La Platina Exp. Sta. 1986/87, 1987/88, and 1988/89 (Santiago, Chile)

Variedad o Línea	Comportamiento Bajo Inoculación Artificial			
	Rendimiento ¹	Peso del Hectolitro ¹	Rendimiento ²	Peso del Hectolitro ²
Testigo tolerante: Tolbay-INIA	24,47	1,86	18,97	1,94
Testigo susceptible: Millaleu-INIA	-6,21	-1,28	34,58	4,34
Buck Mapache	45,22	2,37	26,56	0,56
(Bb-INIA/INIA-RL) x TRM73 CMH 72-A-508 x CMH 72-428 A-18002-2P-2P-1P, Pla 6784	24,17	3,13	20,68	1,66
Rojo 37/Goh/S127/2/Kal Bb SWN-4215-41M-1Y-4M-1Y-OM	22,44	3,16	18,61	1,59
BJY "S"/CDC CM-55651-4Y-2Y-1M-4Y-OM	20,33	3,10	27,78	1,18
Vee "S" CM-33027-F-15M-500Y-OM-98B-OY	31,36	1,93	12,44	1,98
Cno-7C x Kal-Bb/Pri "S" CM-29686-10Y-01M-5Y-1B-OB	20,39	2,87	26,43	2,29
81 IBWSN 182	33,06	1,47	10,87	1,50
81 IBWSN 182.2	29,37	1,44	12,11	1,60
Maya "S"/BJY "S" CM-39424-1Y-1M-1Y-1M-1Y-1M-OY	22,76	2,04	15,23	1,47
CEP 80111 CM-55517-B-1F-701Y-1F-OY	27,13	1,57	23,30	1,94
(D 6301-Nai x Weique-RN/ Cno ² - Chn45) x Sonka A-16973-2P-2P, Pla 5681	21,62	2,11	8,48	1,99
100-203-2 A4-66 Cmn x Ctk/titmouse "S" 3985 1c-1c-1c, Qu P/2314/86	20,49	2,07	15,19	2,22
Jup/BJY "S" CM-39992-12M-1Y-1M-1Y-OM	16,72	2,32	18,21	1,76
Kal-BB x Ana CM-40223-5M-1Y-2M-1Y-2M-OY	20,20	1,97	28,25	1,96

Continuación Cuadro 5. Comportamiento bajo inoculación artificial del germoplasma de 29

Variedad o Línea	Comportamiento Bajo Inoculación Artificial			
	Rendimiento ¹	Peso del Hectolitro ¹	Rendimiento ²	Peso del Hectolitro ²
Nac 76 x TTM CM-55898-1P-3P-2P, Pla 14584	24,87	0,95	13,18	3,06
SPR 77-228 Maya/Nac CM-39424-1Y-1M-5Y-2M-1Y-OB	31,63	0,20	16,89	2,15
Tolbay x Sonka	14,00	2,44	29,94	1,34
Tolbay x Sonka	15,29	1,56	30,77	2,55
R37/GHL 121/Kal/BB/3/KLT"S" CM-64609-6Y-3M-1Y-OM	10,24	1,99	16,04	1,55
Tqf x Cajeme 71 A-16080-30P-3P-2P-1P Pla 16281	28,96	0,67	20,81	1,88
82 P.C. HARI-61	10,91	1,11	25,85	1,42
R 37/GHL 121/Kal/BB/3/KLT"S" CM-64609-5Y-4M-4Y-OM	9,21	1,80	18,77	1,31
Neekant "S"	8,16	1,82	21,27	1,84
UC 9	11,48	0,26	28,43	2,10
Jup x Ald "S" Mexico	30,48	-0,27	11,97	1,66
(Npo-Tob"S" x 8156/ Kal-Bb) ska CM 45884-1P-5P-2P-1P, Pla 6482	5,39	1,37	30,99	3,05
Buc"S"/Chrc"S" CM-52421-26Y-1Y-1M-1Y-OM-OYD	-0,24	2,08	27,74	1,07
Hq/3/Son 64/Tzpp//Nai 60/4/Meng 8156(R)//Jar "s"/3/th* 3/2*Fn//K58/N A 17544-1P-6P-1P-4P, Pla 21084	0,89	1,99	22,78	1,94

¹Diferencia porcentual entre el promedio de todos los genotipos estudiados y las variedades seleccionadas. El promedio de todo el germoplasma de trigo de pan con virus, estudiados en las temporadas 1986/87, 1987/88 y 1988/89, fue de 269,25 g/0,6m² para rendimiento y 81,22 kg/hl para peso del hectolitro.

²Porcentaje de pérdida en relación a las parcelas sin virus.

Con respecto al peso del hectolitro en genotipos de trigo candeal, hubo ocho variedades que sobrepasaron el 1,58% de tolerancia del testigo Hércules x Gta "S".

Al considerar las cuatro variables utilizadas para la selección de estos genotipos, se puede deducir del Cuadro 6 que la variedad (CM-9704-39M-2Y-4M-1Y-0Y) x CR "S"-215A-IIIC, es la que presenta mayor tolerancia.

Cabe hacer notar que, contrariamente a lo expresado en trigo de pan, las pérdidas de rendimiento y peso del hectolitro de las líneas de trigo candeal, se producen y son superiores al testigo susceptible a Quilafén, en ocho de estas líneas.

CUADRO 6. Comportamiento bajo inoculación artificial del germoplasma de 12 variedades de trigo candeal seleccionado durante tres temporadas por tolerancia al VEAC. Estación Experimental La Platina 1986/87, 1987/88 y 1988/89

TABLE 6. Performance under artificial inoculation of 12 durum wheat germplasm selected during three seasons for tolerance to BYDV. La Platina Exp. Sta. 1986/87, 1987/88, and 1988/89 (Santiago, Chile)

Variedad o Línea	Comportamiento Bajo Inoculación Artificial			
	Rendimiento ¹	Peso del Hectolitro ¹	Rendimiento ²	Peso del Hectolitro ²
Testigo tolerante: Hércules x Gta "S" CD 1247 D 2Y	28,90	1,58	25,92	1,29
Testigo susceptible: Quilafén	-8,93	-1,16	23,56	1,92
(CM-9704-39M-2Y-4M-1Y-OY) x CR"S"-215A-IIIC A-18521-1P-2P-2P, Plac 1485	52,75	3,07	6,58	1,49
Crane"S" CM-9704-39M-2Y-4M-1Y-OY A-18512-2P-3P-2P	45,80	1,01	8,32	2,01
NILE CD-74117-1L-1AP-OAP	24,60	3,01	18,47	1,94
21563/AA"S"//D.DW S-15/3/Cr"S" A-18475-2P-2P-2P	40,30	0,73	18,60	1,12
Yav "S" CM-9799-126M-5Y-OM-8AV	12,67	2,53	39,00	2,33
BIT-SIB = 21563/ANHJN-GA/2/ Flamingo SIP CM-9799-126M-1M-5Y-OY	11,30	2,42	28,86	1,45
Scar "S" CM-10162-76M-OY	9,47	2,32	27,28	2,02
Yav "S" CM-9799-126M-1M-4Y-OY	7,17	2,50	26,10	1,04
PI 178083/Fríg "S"/Goo "S" CD-34957-D-2Y-3M-1Y-OM	7,77	2,08	35,54	1,19
Cr "S"-Gs "S" x HO CD-9660-9M-2Y-2M-OY SNA 3	6,88 4,54	1,45 1,39	29,53 33,79	1,85 2,69
Win "S"-AA "S" x Stil "S" CD-34011-3Y-1M-1Y-OM	-1,93	3,11	37,52	1,48

¹Diferencia porcentual entre el promedio de todos los genotipos estudiados y las variedades seleccionadas. El promedio de todo el germoplasma de trigo candeal con virus, estudiados en las temporadas 1986/87, 1987/88 y 1988/89, fue de 246,05 g/0,6 m² para rendimiento y 81,36 kg/hl para peso del hectolitro.

²Porcentaje de pérdida en relación a las parcelas sin virus.

RESUMEN

Durante las temporadas 1986/87, 1987/88 y 1988/89 se realizó una selección de material tolerante al Virus del Enanismo Amarillo de la Cebada (VEAC), bajo condiciones de infección artificial del patógeno, en trigo de pan y trigo candeal en la Zona Centro Norte de Chile.

Se estudiaron 1.202 variedades o líneas de trigo. El material en estudio fue sometido a dos tratamientos: Infección artificial con VEAC y protección permanente contra vectores.

Se desarrolló una metodología destinada a la producción de grandes cantidades de áfidos virulíferos, para poder efectuar una buena infección del

material en estudio, alcanzándose en las temporadas 1987/88 y 1988/89, una producción superior a los 20 millones de áfidos.

Para el tratamiento de protección permanente, se aplicó dimetoato cada 15 días.

En las tres temporadas se obtuvo una buena infección del virus, siendo las pérdidas en rendimiento y peso del hectolitro por la inoculación, alrededor del 20% y en la temporada 1987/88, 36,74% para trigo de pan y 43,91%, para trigo candeal. Veintinueve genotipos de trigo de pan y 12 de trigo candeal mostraron el mejor nivel de tolerancia al virus, en las tres temporadas estudiadas.

LITERATURA CITADA

- CAGLEVIC D., MILAN. y URBINA C., CECILIA. 1976. Determinación del Virus del Enanismo Amarillo de la Cebada, en la Zona Central de Chile por transmisión y microscopía electrónica. *Agricultura Técnica (Chile)* 36 (1): 1-4.
- CLARK, M. F. and ADAMS, A.N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.* 34: 475-483.
- CORTAZAR S., RENE. 1980. Virus del Enanismo Amarillo de la Cebada (BYDV) y áfidos en trigo en la región Centro Norte de Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 40 (2): 53-57.
- CORTAZAR S., RENE. 1982. Mejoramiento genético del trigo para la zona Centro Norte de Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 42 (4): 339-345.
- GERDING P., MARCOS, ZUÑIGA S., ENRIQUE, QUIROZ E., CARLOS, NORAMBUENA M., HERNAN y VARGAS M., ROBINSON. 1989. Abundancia relativa de los parasitoides de *Sitobion avenae* (F) y *Metopolophium dirhodum* (WLK) (Homóptera: Aphididae) en diferentes áreas geográficas de Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 49 (2): 104-114.
- HERRERA M., GUIDO. 1984. Purificación e identificación de un aislamiento chileno del Virus del Enanismo Amarillo de la Cebada (Barley Yellow Dwarf Virus). *Agricultura Técnica (Chile)* 44 (3): 283-286.
- HERRERA M., GUIDO, ZERENE Z., MIREYA, GERDING P., MARCOS y AGUILAR P., ALFONSO. (En prensa). Razas del Virus del Enanismo Amarillo de la Cebada (VEAC) en Chile. Aceptado para publicar en *Agricultura Técnica (Chile)*.
- INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1970. Investigación Agropecuaria. INIA. Santiago, Chile. 446 p.
- LISTER M., RICAHRD and ROCHOW F., WILLIAM. 1979. Detection of Barley Yellow Dwarf Virus by ELISA. *Phytopathology* 69: 649-654.
- TOLLENAAR, HUIB y HEPP G., RUPERTO. 1972. Presencia del virus causante del enanismo amarillo de la cebada ("Barley yellow dwarf virus") en Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 32 (3): 137-142.
- ZUÑIGA S., ENRIQUE. 1986. Control biológico de los áfidos (Hom.; Aphididae) de los cereales en Chile. I. Revisión histórica y líneas de trabajo. *Agricultura Técnica (Chile)* 46 (4): 475-477.