

SEIS AÑOS DE INVESTIGACION EN TRITICALE (X *Triticosecale* Wittmack) EN CHILE^{1,2}

SIX YEARS OF TRITICALE (X *Triticosecale* Wittmack)
RESEARCH IN CHILE

PATRICIO C. PARODI P. e ISABEL M. NEBRED A. M.³

AGRIS 83-919800

SUMMARY

Triticale is a new plant genus artificially produced by scientists, resulting from the hybridization between tetraploid or hexaploid wheat with rye followed by chromosomal duplication of the sterile F_1 hybrid.

Six years of research in Chile have shown that triticale has a high yield potential, at least 25% superior to that of wheat, expressed under a wide range of environmental conditions. Associated with high yield, the triticale kernels have a higher protein content than wheat, also expressed under diverse ecological conditions. These two variables emphasize the economical and nutritional value of triticale, and are found together with a higher level of resistance than wheat to the prevalent pathogens.

The material studied has presented satisfactory milling and baking quality; bread produced from pure triticale flour is adequate, and improves considerably in 1:1 mixtures with wheat flour. The main possible limitations of triticale, are kernels not as perfectly developed as those of wheat, and a comparatively lower test-weight. These two characters, however, have shown consistent and significant improvement.

Five triticale lines are presently under multiplication to be released to farmers in the fall of 1982.

INTRODUCCION

El triticale, un nuevo género vegetal producido artificialmente por científicos, es el resultado de la hibridación entre trigo hexaploide o tetraploide y centeno diploide, seguida por la duplicación del complemento cromosomal del híbrido F_1 estéril (6). El nombre triticale es una combinación del prefijo de *Triticum* y el sufijo *Secale*, los géneros progenitores (7).

Con el licenciamiento del cultivar Rosner en Canadá, en 1969, el triticale ha sido reconocido como un nuevo cultivo comercial. Desarrollo

llado en un programa que se inició en 1954. Rosner es el primer triticale cultivado del mundo, y sirve para establecer un patrón de comparación para el mejoramiento de este nuevo cereal (3), del cual existen actualmente numerosos cultivares. No hay estimación exacta de la superficie sembrada actualmente con triticale en el mundo, pero se calcula que ésta debe sobrepasar el millón de hectáreas.

Se conocen dos formas de ploidía en triticale. Cuadro 1. hexaploide ($2n = 6x = 42$), y octoploide ($2n = 8x = 56$).

Las hibridaciones intergenéricas señaladas

¹Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N° 268 81
Fecha de recepción: 20 de agosto de 1981.

²Investigación financiada por el International Development Research Centre, Ottawa, Ontario Canadá.

³Departamento de Fitotecnia, Facultad de Agronomía Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D Santiago, Chile.

CUADRO 1
NIVELES DE PLOIDIA EN TRITICALE
Ploidy levels in triticales

Especie <i>Species</i>	Nivel de ploidía <i>Ploidy level</i>	Especie <i>Species</i>	Nivel de ploidía <i>Ploidy level</i>
<i>Triticum turgidum</i> L.	Tetraploide		
× <i>Secale sp.</i>	Diploide	=x <i>Triticosecale</i>	Hexaploide
<i>Triticum aestivum</i>	Hexaploide		
× <i>Secale sp.</i>	Diploide	=x <i>Triticosecale</i>	Octoploide

son relativamente fáciles de efectuar, aunque la cantidad de semilla obtenida en general no es alta (6). Extrayendo el embrión y cultivándolo en un medio sintético (1,7), se obtiene una producción aceptable de plantas híbridas F_1 las que son estériles debido al desequilibrio de los gametos (6); con el uso de colchicina es posible duplicar el complemento cromosomal, resultando gametos equilibrados, y en consecuencia un anfidiplóide fértil. Los triticales así producidos se denominan primarios; los triticales secundarios se obtienen por recombinación después de hibridación entre dos o más triticales primarios (6).

El interés agronómico y nutricional en triticales se generó al observar su alto potencial de rendimiento y contenido proteico, dentro de tipos de planta enteramente aceptables, con adecuada resistencia a enfermedades. Estas características, junto a una capacidad de adaptación y respuesta al manejo similares al trigo, sugirieron que este nuevo género podría competir favorablemente con el trigo en cuanto a rendimiento y contenido de proteína, posiblemente elevando los rendimientos en grano por unidad de superficie, y elevando el contenido proteico de los alimentos derivados de su grano (4). La literatura pertinente hasta 1974 fue revisada por Parodi(4).

El Proyecto de Mejoramiento Genético de Triticale de la Universidad Católica de Chile se inició en 1972 con la evaluación de material introducido, principalmente del CIMMYT. La magnitud y alcances del Proyecto se incrementaron notablemente en 1974, al recibir un grant

del International Development Research Centre de Canadá, específico para este propósito.

Los tres objetivos principales del proyecto son los siguientes:

1. Desarrollar cultivares de triticales de hábito de crecimiento primaveral para consumo humano, con alto rendimiento, amplia adaptación, resistentes a enfermedades, con alta cantidad y calidad de proteína, y adecuada calidad molinera y panadera.
2. Desarrollar cultivares de triticales de hábito de crecimiento primaveral para alimentación animal, como grano y como forraje suplementario invernal.
3. Desarrollar cultivares de triticales de hábito de crecimiento primaveral, para destilería.

Para alcanzar estos objetivos, se ha trabajado comparando el germoplasma de triticales con los mejores cultivares de trigo disponibles en las zonas potenciales de adaptación del triticales, en el entendido que, eventualmente, el triticales podría transformarse en una alternativa de producción que competiría con el trigo.

MATERIAL Y METODOS

El material básico del Proyecto es en más de un 98% triticales hexaploide; ha provenido principalmente del CIMMYT, y en forma adicional de otras fuentes, como las Universidades de Manitoba y Guelph de Canadá, University of California y Alabama Agricultural and Mechanical University de Estados Unidos, y otros.

El material se maneja de acuerdo a los métodos establecidos para especies autógamias, que por ser conocidos no serán descritos en esta ocasión. La mayor parte del trabajo se realizó en la Estación Experimental de Pirque. Las líneas de mejor comportamiento se incluyeron en experimentos regionales que se sembraron entre Ovalle (30°36' latitud sur) y Osorno (40°39' latitud sur), Cuadro 2. El número de

líneas de triticale estudiadas en experimentos de rendimiento en la Estación Experimental y en localidades regionales en el curso de los seis años de investigación cubiertas por este informe se señala en el Cuadro 3. Los experimentos de rendimiento se condujeron bajo el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La significancia de las diferencias de tratamiento se estimó mediante la nueva prueba de

CUADRO 2

UBICACION GEOGRAFICA Y FUENTE DE HUMEDAD DE LOS EXPERIMENTOS REGIONALES, 1974/75 A 1979/80

Geographic location and moisture source, regional experiments, 1974/75 to 1979/80

Localidad <i>Location</i>	Región <i>Region</i>	Latitud Sur <i>Latitude South</i>	Longitud Oeste <i>Longitude West</i>	Fuente de humedad <i>Moisture source</i>
Ovalle	IV	30°36'	71°12'	Riego <i>Irrigation</i>
San Felipe	V	32°45'	70°44'	Riego <i>Irrigation</i>
Calle Larga	V	32°53'	70°40'	Riego <i>Irrigation</i>
Casablanca	V	33°20'	71°25'	Secano <i>Dryland</i>
Santo Domingo	Metr.	33°40'	71°39'	Secano <i>Dryland</i>
Melipilla	Metr.	33°45'	71°17'	Riego-Secano <i>Irrigation-Dryland</i>
Pirque	Metr.	33°42'	70°53'	Riego <i>Irrigation</i>
Alhué	VI	34°02'	71°08'	Riego <i>Irrigation</i>
Graneros	VI	34°06'	70°44'	Riego <i>Irrigation</i>
San Fernando	VI	34°38'	71°00'	Riego <i>Irrigation</i>
Talca	VII	35°25'	71°38'	Riego <i>Irrigation</i>
Gorbea	IX	39°05'	72°41'	Secano de alta precipitación <i>High precipitation dryland</i>
Valdivia	X	39°49'	73°15'	Secano de alta precipitación <i>High precipitation dryland</i>
Puyehue	X	40°39'	72°21'	Secano de alta precipitación <i>High precipitation dryland</i>

CUADRO 3

NUMERO DE LINEAS DE TRITICALE ESTUDIADAS EN LA ESTACION EXPERIMENTAL Y EN EXPERIMENTOS REGIONALES, 1974/75 A 1979/80
Number of triticale lines studied at the Experiment Station and in regional experiments, 1974/75 to 1979/80

Año	Número de líneas de triticale estudiadas en experimentos de rendimiento	
	Estación Experimental	Experimentos regionales
	<i>Number of triticale lines studied in yield experiments</i>	
<i>Year</i>	<i>Experiment Station</i>	<i>Regional experiments</i>
1974/75	26	80 ¹
1975/76	484	216 ²
1976/77	480	240 ³
1977/78	260	280 ⁴
1978/79	380	320 ⁵
1979/80	440	240 ⁶

¹Veinte líneas en cuatro localidades.

²Dieciocho líneas en doce localidades.

³Treinta líneas en ocho localidades.

⁴Cuarenta líneas en siete localidades.

⁵Cuarenta líneas en ocho localidades.

⁶Cuarenta líneas en seis localidades.

CUADRO 4

CONTROLES TRIGO USADOS COMO PATRON DE COMPARACION PARA EL TRITICALE, 1974/75 a 1979/80

Wheat controls used as source of comparison for triticale, 1974/75 to 1979/80

Año					
<i>Year</i>					
1974/75	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80
Controles trigo					
<i>Wheat controls</i>					
Huelquén	Aurifén	Aurifén	Aurifén	Aurifén	Aurifén
Toquifén	Marianela	Marianela	Marianela	Marianela	Marianela
	Quilafén	Mexifén	Mexifén	Mexifén	SNA-1
	Toquifén	Quilafén	Quilafén	Quilafén	Sonka
		Toquifén	SNA-1	SNA-1	Yécora 71

rango múltiple de Duncan a nivel de 0.05. Durante este lapso los controles que se utilizaron como patrón han sido los mejores cultivadores de trigo de primavera disponibles en la zona centro norte del país, los que se indican en el Cuadro 4.

RESULTADO Y DISCUSION

La condición básica para que el triticale pueda transformarse en un cultivo comercial en Chile, es que su rendimiento en grano sea superior al del trigo dentro de la zona de adaptación

CUADRO 5

RENDIMIENTO DE TRITICALE Y TRIGO EN LA ESTACION EXPERIMENTAL, 1974/75 A 1979/80

Yield of triticale and wheat at the Experiment Station, 1974/75 to 1979/80

Año	Rendimiento kg/ha				Líneas de triticale superiores a los controles trigo	
	Promedio triticale	Rango de triticale		Promedio controles trigo	Número	Porcentaje
		Bajo	Alto			
Year	<i>Triticale mean</i>	<i>Triticale range</i>		<i>Wheat controls' mean</i>	<i>Triticale lines better than wheat controls</i>	
		<i>Low</i>	<i>High</i>	<i>mean</i>	<i>Number</i>	<i>Percentage</i>
1974/75	2342	1740	3236	3264	0	0
1975/76	3338	2145	4420	3492	186	38
1976/77	4564	3614	6079	4726	265	55
1977/78	5538	4094	6911	5897	87	33
1978/79	6833	5158	8680	7006	216	57
1979/80	8618	6865	10222	8625	209	55

de este cereal. En el Cuadro 5 se presenta un resumen de los resultados obtenidos al comparar trigo y triticale en la Estación Experimental Pirque entre los años 1974-75 y 1979-80.

Los datos demuestran que el promedio de rendimiento de todos los genotipos de triticale estudiados en estos experimentos, con excepción del año 1974-75 en que se inició esta investigación y no se disponía de mejor material, ha sido muy similar al promedio de los controles trigo, que eran como se señaló, los mejores cultivares de la zona centro norte de Chile. El promedio de todos los triticales estudiados en la Estación Experimental en 1974-75, fue aproximadamente 900 kilos inferior al de los controles trigo. Las mejores líneas de triticale de ese año, sin embargo, tuvieron un rendimiento muy parecido al de los controles trigo. A partir de 1975-76 el promedio de todos los triticales estudiados en cada temporada fue muy similar al de los controles trigo. Las mejores líneas de triticale, desde ese mismo año, tuvieron rendimientos notoriamente superiores al promedio de los controles trigo. Según se puede apreciar en la columna que señala el porcentaje de líneas de triticale que tuvieron rendimientos superiores al promedio de los controles trigo, en los cinco años comprendi-

dos entre 1975-76 y 1979-80, desde un tercio a más de la mitad de las líneas de triticale estudiadas tuvieron rendimiento superiores al promedio de los controles trigo. Esta información enfatiza y afirma el alto potencial de rendimiento del triticale y su capacidad de competir favorablemente con el trigo, bajo las mismas condiciones de manejo.

El mejor material proveniente de los experimentos realizados en la Estación Experimental, se ha estudiado en experimentos regionales. Un resumen de los resultados de estos experimentos se presenta en el Cuadro 6. Los datos del año 1974-75 ya fueron promisorios, en el sentido que se observó líneas de triticale cuyo rendimiento superaba al trigo. Al usar material con un mayor grado de selección en los años siguientes, esta situación se hizo más notoria, de tal manera que el rendimiento promedio de todas las líneas elegidas para experimentos regionales fue igual o mejor al de los controles trigo, y el rendimiento de las mejores líneas fue evidentemente superior, con diferencias que oscilaron entre 1 y 1,6 toneladas por hectárea en favor del triticale. Esta información confirma los resultados obtenidos en la Estación Experimental, y los amplía al demostrar que la ventaja del potencial de rendimiento

CUADRO 6

RENDIMIENTO DE TRITICALE Y TRIGO EN EXPERIMENTOS REGIONALES, 1974/75 A 1979/80

Yields of triticale and wheat at regional locations, 1974/75 to 1979/80

Año	Rendimiento kg/ha			Promedio controles trigo	Líneas de triticale superiores a los controles trigo	
	Promedio triticale	Rango triticale			Número	Porcentaje
		Bajo	Alto			
		Yield kg/ha				
Year	Triticale mean	Triticale range		Wheat controls' mean	Triticale lines better than wheat controls Number	Percentage
		Low	High			
1974/75	2781	1935	3577	3254	34	42
1975/76	3841	2908	4833	3311	132	61
1976/77	4872	3655	6064	4118	163	68
1977/78	5102	3797	6261	5244	132	47
1978/79	4431	3260	5611	4662	183	57
1979/80	5198	3831	6982	5560	275	65

del triticale sobre el trigo, de al menos 25%, se mantiene constante en la amplia gama de condiciones ambientales cubiertas con los experimentos regionales.

Se ha señalado que además de su mayor rendimiento, otra de las características del triticale es su mayor contenido proteico. Esta ventaja fue muy notoria en las primeras etapas de la investigación mundial con triticale (9), y se debió principalmente al mal tipo de grano de esta especie, que alteraba la relación proteína-carbohidratos. A medida que se fue mejorando el tipo de grano, el contenido proteico disminuyó comparativamente aunque mantuvo siempre superioridad sobre el trigo. Lo anterior es confirmado con nuestros datos. Los contenidos de proteínas del material estudiado en la Estación Experimental se presentan en el Cuadro 7. Durante los seis años en que se ha medido esta variable, el contenido proteico promedio de los genotipos de triticale ha sido más alto que el de los controles trigo. En consecuencia, numerosas líneas de triticale han superado el contenido promedio de proteína del trigo, hasta por un 50%, como en 1975-76. En 1974-75 un 77% de las líneas estudiadas presentó un mayor contenido proteico que los controles trigo; en 1975-76 un 87%; en 1976-77 un 83%; en 1977-78 un 96% y en 1978-79 y 1979-80 un 87%.

Esta información comprueba el alto contenido proteico del triticale, el que se ha mantenido constante en estos seis años de estudio, a pesar de los progresos que se han producido en el tipo de grano y peso específico del material.

El contenido proteico de los genotipos estudiados en experimentos regionales se resume en el Cuadro 8. Este material ha demostrado, consistentemente, la capacidad del triticale de producir granos con más proteína que los de trigo. El promedio proteico de todas las líneas de triticale analizadas durante estos seis años, ha sido superior al promedio proteico de los controles trigo. Como consecuencia, numerosas líneas de triticale han superado también el contenido proteico de los controles, un 75% en 1974-75, un 83% en 1975-76, un 91% en 1976-77, un 96% en 1977-78, un 92% en 1978-79 y 77% en 1979-80.

Tal como se indicó para rendimiento, la información proteica proveniente de los experimentos regionales sugiere que el triticale tiene la capacidad de superar el contenido de proteína del trigo en aproximadamente un 30%, bajo una amplia gama de condiciones ambientales, y lo que es muy importante, este mayor contenido de proteína se expresa consistentemente asociado con altos niveles de rendimiento.

CUADRO 7

CONTENIDO DE PROTEINA DE TRITICALE Y TRIGO EN LA ESTACION EXPERIMENTAL.
1974/75 A 1979/80*Protein content of triticale and wheat at the Experiment Station, 1974/75 to 1979/80*

Año	Contenido de proteína %			Promedio controles trigo	Líneas de triticale superiores a los controles trigo	
	Promedio triticale	Rango triticale			Número	Porcentaje
		Bajo	Alto			
		Protein content %				
Year	Triticale mean	Triticale range		Wheat controls' mean	Triticale lines better than wheat controls	
		Low	High		Number	Percentage
1974/75	13,46	10,98	15,46	11,40	20	77
1975/76	13,03	10,29	16,16	10,90	421	87
1976/77	13,33	11,33	15,84	12,16	397	83
1977/78	13,51	12,15	15,18	12,07	250	96
1978/79	15,41	12,45	17,76	13,27	329	87
1979/80	14,17	12,01	16,46	12,30	365	87

CUADRO 8

CONTENIDO DE PROTEINA DE TRITICALE Y TRIGO EN EXPERIMENTOS REGIONALES.
1974/75 A 1979/80*Protein content of triticale and wheat at regional locations, 1974/75 to 1979/80*

Año	Contenido de proteína %			Promedio controles trigo	Líneas de triticale superiores a los controles trigo	
	Promedio triticale	Rango triticale			Número	Porcentaje
		Bajo	Alto			
		Protein content				
Year	Triticale mean	Triticale range		Wheat controls' mean	Triticale lines better than wheat controls	
		Low	High		Number	Percentage
1974/75	10,95	9,81	12,42	10,11	60	75
1975/76	13,67	11,81	15,59	12,57	179	83
1976/77	13,06	11,82	14,99	11,92	219	91
1977/78	13,44	11,64	14,39	11,79	270	96
1978/79	13,42	11,64	15,60	11,46	296	92
1979/80	12,91	11,33	14,85	11,32	248	77

Dos de los objetivos básicos de este proyecto, alto rendimiento y alto contenido de proteína, han sido alcanzados. Esto parecería indicar que el triticale estaría en condiciones de com-

petencia con trigo, con probabilidad de éxito. En efecto, durante el año 1979-80 se hizo la primera siembra comercial de triticale, con un compuesto de las cuatro mejores líneas del

Proyecto en el predio de un agricultor privado. En una superficie de 2.5 hectáreas se cosechó un total de 169 quintales métricos, lo que significa un rendimiento por hectárea de 67,5 quintales métricos.

Una limitante del triticale, al compararlo con trigo, es su menor peso específico, el que a pesar de haber aumentado considerablemente durante el desarrollo de este Proyecto, aún es inferior al del trigo. Un resumen de la información de peso específico del material estudiado en la Estación Experimental se presenta en el Cuadro 9. Cuando se inició este Proyecto, el peso específico del material disponible era bajo, en promedio, aproximadamente 64 kg/hl, con un rango entre 56,4 y 66,5 kg/hl. Se estimó que esto constituía un grave problema, y se programó e inició un intenso proceso de selección para superarlo. Los resultados de ese proceso pueden apreciarse en el Cuadro 9, por una parte, al analizar los promedios de peso específico de todas las líneas estudiadas en cada año, observándose un importante incremento, que permite que el promedio de 1977-78 sea de 71,03 kg/hl, es decir un aumento del orden del 11%. Al analizar el peso específico de las mejores líneas de triticale, se observa un aumento consistente, desde 66,47 kg/hl en

1974-75, a alrededor de 75 kg/hl en los años posteriores, es decir, un incremento del orden del 13%. En los últimos dos años se ha observado una baja relativa en el peso específico de las mejores líneas de triticale, asociada a una situación similar en los controles trigo, lo que sugiere una interacción genotipo por medio ambiente en ambos géneros.

Hasta la fecha se han identificado escasas líneas de triticale con peso específico iguales o superiores a los controles trigo, pero ha sido posible seleccionar numerosos genotipos cuyos pesos específicos superan los 72 kg/hl, valor que hemos fijado como mínimo aceptable.

La información proveniente de experimentos regionales se presenta en el Cuadro 10. El avance que se observa en el promedio de todos los triticales estudiados es de aproximadamente un 12%. Sin embargo, al considerar los mejores triticales, se puede apreciar un incremento del peso específico desde 68,14 kg/hl en 1974-75, hasta 77,70 kg/hl en 1977-78, lo que presenta un aumento del 14%. Igual como sucedió en la Estación Experimental, se observó un deterioro relativo de los pesos específicos en los dos últimos años, pero aún así se está manteniendo un rango de valores aceptable.

CUADRO 9

PESO ESPECIFICO DE TRITICALE Y TRIGO EN LA ESTACION EXPERIMENTAL, 1974/75 A 1979/80

Test-weight of triticale and wheat at the Experiment Station, 1974/75 to 1979/80

Año	Peso específico kg/hl				Líneas de triticale superiores a los 72 kg/hl	
	Promedio triticale	Rango triticale		Promedio controles trigo	Número	Porcentaje
		Bajo	Alto			
	<i>Test-weight kg/hl</i>				<i>Triticale lines better than 72 kg/hl</i>	
Year	<i>Triticale mean</i>	<i>Triticale range</i>		<i>Wheat controls' mean</i>	<i>Number</i>	<i>Percentage</i>
		<i>Low</i>	<i>High</i>			
1974/75	63.98	56.39	66.47	76.48	0	0
1975/76	64.14	56.68	75.45	74.40	19	4
1976/77	68.81	64.40	75.97	76.95	48	10
1977/78	71.03	68.09	74.85	81.19	77	30
1978/79	66.39	63.18	69.94	77.28	4	1
1979/80	69.27	65.88	72.83	79.96	62	14

CUADRO 10

PESO ESPECIFICO DE TRITICALE Y TRIGO EN EXPERIMENTOS REGIONALES. 1974/75 A 1979/80

Test-weight of triticale and wheat at regional experiments, 1974/75 to 1979/80

Año	Peso específico kg/hl			Promedio controles trigo	Líneas de triticale superiores a los 72 kg/hl	
	Promedio triticale	Rango triticale			Número	Porcentaje
		Bajo	Alto			
Year	<i>Triticale mean</i>	<i>Triticale range</i>		<i>Wheat controls' mean</i>	<i>Triticale lines better than 72 kg/hl</i>	
		Low	High		Number	Percentage
1974/75	53.95	57.30	68.14	76.31	0	0
1975/76	64.10	58.64	76.65	75.55	9	5
1976/77	65.94	61.51	75.42	74.80	16	7
1977/78	71.44	68.99	77.70	78.81	83	30
1978/79	70.67	68.72	73.27	78.21	83	26
1979/80	70.79	67.13	74.13	79.71	93	39

Pocas líneas y en contadas ocasiones han superado el peso específico promedio de los controles trigo, pero puede apreciarse que son numerosas aquellas cuyo peso específico ha estado por sobre el mínimo preestablecido de 72 kg/hl.

Pareciera ser, en consecuencia, que la limitante del bajo peso específico está siendo superada. No es posible predecir hasta dónde será factible mejorar este carácter, dado que podrían existir barreras genéticas y/o fisiológicas que impidan un mayor avance. La magnitud del progreso alcanzado hasta 1977-78 había generado optimismo. El retroceso comparativo producido los años posteriores podría sugerir que se ha alcanzado los límites permitidos por la constitución genética del material. Si así fuera, se debe entonces reconocer el hecho de que el género triticale tiene un peso específico diferente al del trigo, lo que no es extraño, y que la industria molinera que lo deberá procesar en harina tendrá que hacer los ajustes necesarios para obtener el máximo beneficio de un material que tiene características propias. Considerando las ventajas agronómicas y nutricionales del triticale, parece necesario que éstas sean aprovechadas en tal forma de aumentar la producción nacional de cereales, y promovien-

do su uso industrial para asegurar su incorporación a la dieta de los chilenos.

Con el objeto de describir las características de la harina y el pan de triticale, se presenta en el Cuadro 11 el análisis de 40 líneas seleccionadas, usando como patrón de comparación los mismos cinco controles trigo descritos con anterioridad. La extracción de harina fue alta, en promedio mayor que la de los controles trigo, alcanzando un máximo de 78.37%. Esta cifra es consistente con la información anterior que señalaba que las líneas de triticale con granos bien desarrollados, no tenían limitaciones de extracción de harina. El contenido de cenizas fue en promedio más alto que el de los controles trigo; sin embargo, 13 de las 40 líneas de triticale analizadas estuvieron por debajo del límite de tolerancia de 0.645%. El contenido de maltosa, como se esperaba, fue mayor que el del trigo. Los valores de sedimentación fueron más bajos que los del trigo, tanto en promedio como en rango; sin embargo, cuatro líneas de triticale se aproximaron a los valores de trigo, 29 versus 32.

Las características del pan mostraron un porcentaje promedio de absorción de agua del 61.35%; ocho líneas tuvieron porcentajes más altos que el trigo. El peso del pan fue en prome-

CUADRO 11
 CARACTERISTICAS DE LA HARINA Y EL PAN DE CUARENTA LINEAS DE TRITICALE. Y PROMEDIO DE LOS CONTROLES TRIGO
Flour and bread characters of forty triticale lines, and wheat controls' mean

Variable	Promedio	Triticale Rango		Promedio controles trigo
Variable	Mean	Bajo	Alto	Wheat controls' mean
		Range		
		Low	High	
Características de la harina <i>Flour characters</i>				
Extracción (%)	73,12	69,35	78,37	72,95
Cenizas (%)	0,71	0,43	0,78	0,51
Maltosa (%)	2,67	1,93	2,85	1,39
Sedimentación	23,77	19,00	29,00	32,00
Características del pan <i>Bread characters</i>				
Absorción de agua (%)	61,35	57,10	64,40	63,15
Peso (g)	150,21	148,00	157,00	152,00
Volumen (cc)	560,85	492,00	607,00	619,00
Color miga (1-100)	76,43	78,00	81,00	81,00
Textura miga (1-100)	77,16	77,00	79,00	83,00

dio similar al del trigo, 150,21 versus 152,00 g; 16 líneas produjeron panes más pesados que el trigo. El volumen del pan de triticale fue en promedio menor que el del pan de trigo, 560,85 versus 619,00 cm³. Sin embargo, tres líneas alcanzaron volúmenes de pan sobre 600 cm³. El color de la miga fue en promedio más oscuro que el de trigo, 76,43 versus 81,00 en una escala de 1 a 100. Hubo, sin embargo, tres genotipos de triticale cuyo color de miga no fue diferente al del trigo. Finalmente, una evaluación de la textura de la miga demostró que estas líneas de triticale producían una textura inferior de miga a la del trigo, pero sin embargo aceptable.

Esta información indica que líneas seleccionadas de triticale pueden ser transformadas en harina de buen rendimiento y calidad, y en un pan enteramente satisfactorio. La mezcla de harina de trigo y triticale en general ha demostrado excelentes propiedades en las características del pan (9).

Los resultados presentados han sido obtenidos manejando al triticale en forma idéntica al trigo. Numerosos experimentos agronómicos

realizados permiten afirmar que el triticale tiene una respuesta al manejo similar a la del trigo, lo que representa también una ventaja, ya que el cultivo comercial de triticale no requeriría la adopción de una tecnología nueva y específica.

Adicionalmente, el triticale presenta una mejor resistencia que el trigo a los patógenos que atacan a este cereal. Es posible sostener que posee un alto grado de resistencia al virus del enanismo amarillo de la cebada. En los últimos dos años, en los cuales el ataque de *Puccinia graminis* se ha transformado en un problema serio para el trigo en la zona Centro Norte, afectando en diversos niveles a todos los cultivares comerciales y a la mayoría de las líneas experimentales, el triticale ha demostrado tener, como género, una mayor resistencia genética a ese patógeno, existiendo numerosas líneas inmunes al polvillo de la caña. En general, el triticale presenta también un mayor grado de resistencia a el *Puccinia striiformis*. La información acerca de su reacción a *Puccinia recondita* es limitada, dado que el ataque de polvillo de la hoja ha sido leve e inconsistente

durante los seis años cubiertos por este informe.

En base a estos antecedentes, en 1980 se inició la multiplicación de cinco líneas de triticales. Si se mantiene su comportamiento superior, éstas podrían entrar en forma restringida al cultivo comercial en el otoño de 1982. Este nuevo género tiene el potencial de elevar la producción nacional de cereales, el nivel nutricional de la población y la economía del país.

RESUMEN

El triticales es un nuevo género vegetal producido por científicos, resultante de la hibridación entre trigo tetraploide o hexaploide y centeno diploide, seguido de la duplicación cromosomal del híbrido F_1 estéril.

Seis años de investigación en Chile han demostrado que el triticales, tiene un potencial de rendimiento al menos 25% superior al del trigo, expresado bajo una amplia gama de condi-

ciones ambientales. Asociado al alto rendimiento, los granos de triticales tiene un mayor contenido proteico que los de trigo, aproximadamente 30% más, también expresado bajo diversas condiciones ecológicas. Estas dos variables enfatizan el valor económico y nutricional del triticales, y se encuentran junto a un mayor nivel de resistencia a los patógenos prevalentes.

El material estudiado ha presentado características molineras y panaderas satisfactorias; el pan producido con harina de triticales pura es adecuado, y mejora considerablemente en mezcla 1:1 con harina de trigo. La posible limitación del triticales son sus granos, no tan perfectamente desarrollados como los del trigo, y un peso específico comparativamente menor al de ese cereal. Estas dos características, sin embargo, han experimentado una consistente y significativa mejoría.

Actualmente hay cinco líneas de triticales en multiplicación, las que serán entregadas a los agricultores en el otoño de 1982.

LITERATURA CITADA

1. BELL, G.D.H. 1950. *Investigations in the Triticinae. I. Colchicine techniques for chromosome doubling in interspecific and intergeneric hybridization*. J. Agric. Sci. 40:9-18.
2. LARTER, F.; N.L.H. SHEBESKI; R.C. MCGINNIS; L.E. EVANS y P.J. KALTSIKES, 1970. *Rosner, a hexaploid Triticales cultivar*. Can. J. Plant Sci. 50:122-124.
3. MORRIS, R. y E.R. SEARS, 1967. *The cytogenetics of wheat and its relatives*. In Quisenberry, K.S. y L.P. Reitz (Eds.). *Wheat and Wheat Improvement*. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin, EE. UU.:19-87.
4. PARODI, P.C. 1974. *Triticales: Un nuevo cereal producido por el hombre*. Cien Inv. Agr. 1:123-128.
5. PARODI, P. C., ISABEL, M. NEBREDA y O. MONDACA, 1977. *Triticales Development in Chile*. Progress Report N° 3 Department of Plant Science, School of Agricultural, Catholic University of Chile. 56 p.
6. QUIÑONES, M.A. 1973. *Triticales: A manmade new botanical genus*. In Zillinsky, F.J. (Ed.). *Triticales Breeding and Research at CIMMYT. A Progress Report*. CIMMYT, México, D.F. México.
7. RILEY, R. y G.D. BELL, 1959. *The evaluation of synthetic species*. Proc. First Int. Wheat Gen. Symp. Univ. of Manitoba, Canadá: 181-194.
8. RILEY, R. y V. CHAPMAN, 1957. *The comparison of wheats and wheat-Aegilops amphidiploids*. J. Agr. Sci. 49:246-250.
9. VILLEGAS, EVANGELINA, 1973. *Improving nutritional quality of triticales*. In Zillinsky, F.J. (Ed.). *Triticales Breeding and Research at CIMMYT. A Progress Report*. CIMMYT, México, D.F., México. 64 p.