

RESPUESTA AL NITROGENO Y FOSFORO DE VARIEDADES DE TRIGO ALTAS Y SEMIENANAS. II. VARIACIONES EN ALGUNOS INDICES DE CALIDAD INDUSTRIAL DEL GRANO¹

Response to nitrogen and phosphorous of tall and semidwarf wheat cultivars. II. Variations in some indexes of grain quality

Mario Mellado Z.² y Denise Granger Z.³

S U M M A R Y

Three field trials were carried out at the Quilamapu Exp. Sta. (INIA, Chillán) during 1983–1985. Varieties used were the semidwarf Onda–INIA and Andifen, and the tall Vilufen and T–1500.

Fertilization rates were: 0–0, 50–50, 100–100, 150–150, and 200–200 kg/ha of N and of P₂O₅, respectively.

The main conclusions were:

1. Although semidwarf cultivars produced higher protein yield/ha, due to a higher grain yield, their grain protein content did not show a clear response to fertilization.
2. Grain protein content showed a significant increase in tall cultivars, according to the increases of the N and the P rates.
3. As the N and the P rates were increased:
 - Hectoliter weight remained relatively unchanged.
 - Sedimentation value, dough development, and W value increased.
 - Loaf volume was higher with the higher rate of fertilization, in the tall cultivars.
4. By means of conventional wheat breeding carried out at Quilamapu, the new semidwarf cultivars released exceed the tall ones, grown in earlier decades, in grain yield and industrial quality.

INTRODUCCION

Nuestro país es un gran consumidor de pan elaborado con trigo común (*Triticum aestivum* L.), por lo que cualquier incremento en la calidad nutritiva del grano reviste gran importancia social.

Si bien, a través del mejoramiento genético convencional, se han conseguido avances espectaculares en producción de grano, cuando se ha tratado de obtener simultáneamente variedades altamente productivas y de buena calidad, han aparecido dificultades diversas. Es así como la literatura entrega numerosos datos que indican que la capacidad de producción de grano y el contenido proteico están inversamente relacionados (Thorne y Blacklock, 1971; Pearman, Thomas y Thorne, 1978). Esta correlación negativa puede explicarse por razones bioenergéticas (Penning de Vries, Brunsting y Van Laar, 1974): 1 g de glucosa generado por fotosíntesis, puede ser usado para producir 0,83 g de carbohidratos o, alternativamente, 0,40 g de pro-

¹ Recepción de originales: 14 de mayo de 1987.

Trabajo presentado al XXXVII Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile.

² Estación Experimental Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

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

teína o 0,33 g de lípidos. Por su parte, Bhatia y Rabson (1976) han verificado que por cada 1% de aumento en proteína, se produce una pérdida en rendimiento de grano de alrededor de 1%, porque los requerimientos de energía para la biosíntesis de proteína son casi dos veces los para carbohidratos. De lo anterior se deduce que un aumento en el contenido proteico, a través del mejoramiento genético, demandaría una producción adicional de fotosintatos.

Desde el punto de vista genético, Bhatia y Rabson (1976) indican la posibilidad que algunos genes para alta proteína o lisina estén ligados a factores que deterioran el desarrollo del endosperma, lo que explicaría la relación inversa entre rendimiento de grano y contenido proteico. Sobre este mismo punto, Kramer (1979) señala que la variación genética para contenido de proteína deriva del efecto de todos los genes involucrados en la distribución de la m.s. (grano y paja) y aun de aquéllos relacionados con reacción a enfermedades.

Debido a la enorme cantidad de cultivares de trigo actualmente cultivados en el mundo, es lógico suponer que entre ellos existan diferencias genético-fisiológicas. Al respecto Halloran (1981), al estudiar seis variedades de trigo de pan, encontró marcadas diferencias genéticas, respecto a la eficiencia de traslocación de N desde la planta al grano.

Considerando que en los cereales toda la proteína deriva del N tomado del suelo, Scholz (1984) señala que, para una determinada condición de fertilidad del suelo, el contenido de proteína del grano puede aumentarse por dos vías: a. mediante una mejor absorción del N desde el suelo; o b. mejorando la movilización y traslocación del N desde los órganos vegetativos al grano.

Con respecto al primer punto, Dubois citado por Scholz (1984), señala que la variabilidad genética para capacidad de absorción de N parece ser muy pequeña, al menos en variedades de trigo adaptadas, debido a que los genotipos con alta capacidad, siempre han tenido mayor ventaja en la evolución natural y en la selección efectuada por el hombre. De esa manera, el mejoramiento para absorción de N ofrece escasas posibilidades.

Ese mismo autor indica que una mejor movilización del N en los órganos vegetativos y su traslocación al grano, puede ofrecer mejores posibilidades. Corroboro lo anterior el comportamiento de los trigos con genes de enanismo, los que al mejorar su índice de cosecha, permiten que una mayor cantidad de N quede disponible para el grano. En este aspecto, Kramer (1979) señala que, en un sentido amplio, el mejoramiento

del índice de cosecha equivale a mejorar la traslocación del N. Respecto a la distribución del N, Scholz (1984) y Bhatia y Rabson (1976) asumen que alrededor del 70% del N de la planta se cosecha en el grano, en la forma de proteínas.

Aunque las cifras de proteína para los granos de trigo varían dentro de rangos muy amplios según diversos factores, Favret, Solari y Manghers (1984) señalan que la cantidad de N en la semilla alcanza su valor máximo, cuando el crecimiento del grano se detiene, lo que se produce cuando el contenido de agua es inferior al 41%, debido a que en ese momento la síntesis se detiene irrevocablemente.

Por su parte, Kramer (1979) indica que el contenido de proteína del grano de trigo puede variar entre 8 y 20% y que gran parte de esta variación es causada por factores ambientales (N aplicado, temperatura, luz, disponibilidad de agua, etc.), correspondiendo el resto a efectos genéticos.

Una revisión del germoplasma de trigo que se maneja en el programa de mejoramiento del INIA, muestra una gran variación entre genotipos, para los porcentajes de proteína en la semilla madura. Un estudio comparativo entre trigos antiguos y modernos, con respecto a la cifra de microsedimentación, que es influenciada por la cantidad y calidad del gluten, indicó que el avance genético en esta característica fue de 70%, en un período de 40 años (Mellado, 1983).

A fin de determinar diferencias en el uso de N y P por parte de cultivares de trigo genéticamente diferentes, en el presente estudio se evaluó la variación en algunos índices de calidad industrial del grano, de trigos con y sin genes de enanismo, cuando recibieron diferentes dosis de N y de P.

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos se realizaron en el Campo Experimental Quilmapu (INIA, Chillán; lat. 36° 26' S, long. 72° 06' W), durante el trienio 1983—1985. El primer año se usó un suelo franco arcilloso de la serie San Carlos y en los dos siguientes, suelo trumao de la serie Mañil (Cuadro 1). Durante los tres años, la rotación fue maíz—avena—trigo.

El diseño experimental fue de parcelas divididas, con tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron a cuatro combinaciones de N y P2O5, más un testigo. Se usó salitre sódico granulado (16% N) y superfosfato triple (46% P2O5), para aplicar las siguientes dosis/ha:

CUADRO 1. Características químicas y físicas de los suelos utilizados en los ensayos
TABLE 1. Chemical and physical characteristics of the soils used in the trials

Características	Años		
	1983	1984	1985
Características químicas			
Materia orgánica (O/o)	3,4	9,0	7,6
pH H ₂ O (1: 2,5)	6,0	5,8	6,0
N disponible (NO ₃ ⁻ + NH ₄ ⁺ + NO ₂ ⁻) (ppm)	20,0	14,0	17,5
P Olsen disponible (ppm)	27,6	8,0	8,0
K extractable (meq K ⁺ /100 g suelo)	0,4	0,7	0,6
Características físicas (estrato 20–40 cm)			
Densidad aparente (g/cm ³)	1,18	0,8	1,0
Textura (USDA)	Franco arcilloso	Franco limoso	Franco
Retención humedad a 1/3 atmósfera (O/o)	38	44	46
Retención humedad a 15 atmósfera (O/o)	30	33	32

T1 = Testigo

T2 = 50 kg de N + 50 kg de P2O5

T3 = 100 kg de N + 100 kg de P2O5

T4 = 150 kg de N + 150 kg de P2O5

T5 = 200 kg de N + 200 kg de P2O5

Los subtratamientos fueron cuatro cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.), dos antiguos y altos y dos mejorados y semienanos. El nombre, genealogía y altura de estos cultivares, se indica en el Cuadro 2.

El tamaño de parcela fue de 5 hileras de 2,5 m de largo, separadas a 30 cm. La dosis de semilla fue de 160 kg/ha y las siembras se efectuaron el 01.06.83, 21.06.84 y 10.07.85. El P se aplicó en su totalidad al momento de la siembra. El 50% del N se aplicó durante la siembra y el resto cuando las plantas habían alcanzado un desarrollo 4 a 5 (Feekes y Large), lo que

sucedió a comienzos de septiembre. En este momento, también se controlaron las malezas, con una mezcla de 750 cc de MCPA 75% y 250 cc de Banvel D (Dicamba), en 150 litros de agua/ha.

Como las variedades elegidas difieren en su comportamiento a las royas (*Puccinia* spp.) y dado que la presencia de áfidos y sintomatología de VEAC pudiesen ser diferentes en estas variedades, se hicieron aplicaciones quincenales de Triadimefon (Bayleton 25%), en dosis de 500 g/ha, y de Pirimicarb (Pirimor 50 DP), en dosis de 250 g/ha. Las aplicaciones se iniciaron a finales de septiembre y se prolongaron hasta comienzos de diciembre, con un total de seis aspersiones en cada temporada.

Los ensayos se regaron por tendido, en tres oportunidades en 1983 y dos en 1984 y 1985.

CUADRO 2. Nombre, genealogía y altura de planta de dos trigos altos y dos semienanos
TABLE 2. Name, pedigree and plant height of two tall and two semidwarf wheat cultivars

Cultivar	Genealogía	Altura (cm)
Onda-INIA*	Vcm x Cno — 7C/Kal—Bb CM — 9399 — D — 4M — 3Y — 1M — 0M	87
Andifén*	(Hdb Vg8881) x (Fn—K58/N x Norin 10—Brevor) Y54 N — 1674 — 1c — 1c — 1c	107
Vilufén	Kenya 117 A — Mentana	132
Trigo 1500	Selección de un trigo naturalizado en Chile Podría ser cruce de Thatchervil 27	133

*Cultivares con los genes de enanismo Rht1 o Rht2, provenientes del trigo Norin 10.

Los índices de calidad analizados fueron:

Peso del hectolitro: Peso del grano por unidad de volumen, determinado en una muestra de trigo libre de impurezas, empleando una balanza Schopper de 250 ml de capacidad.

Proteína del grano: Se usó el método Kjeldahl, el cual asume una relación constante entre el N total y los polímeros de aminoácidos que se unen para formar las proteínas. Se empleó una muestra de 0,5 g y un factor de conversión de 5,7.

Microsedimentación: Mide la calidad y cantidad de gluten, a través del hinchamiento de la materia proteica al agregarle ácido láctico. Se empleó el método de Zeleny, modificado por Wulf y descrito por Parodi y Wulf (1966), que usa 0,64 g de harina tamizada en un harnero de 100 mallas.

Farinograma: Mediante un farinógrafo de Brabender, el cual amasa 50 g de harina, se determinaron tres valores: a. Absorción de agua (%), correspondiente a la cantidad de líquido requerida para centrar la curva farinográfica en 500 unidades Brabender; b. Tiempo de desarrollo de la masa (min), el que transcurre desde el inicio de la curva farinográfica hasta que esta presente el primer signo de decaimiento; y c. Valor W,

ponderación que considera el tiempo de desarrollo de la masa y su decaimiento.

Volumen del pan (cc): Obtenido a partir de 100 g de harina y medido en un volumenómetro por desplazamiento de semillas pequeñas, 60 min después de horneado el pan.

Con la excepción del peso del hectolitro, los datos de la temporada 1983/84 no llevan análisis estadístico, por corresponder a una sola determinación efectuada con una muestra de granos representativa de las tres repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso del hectolitro

En las tres temporadas, se determinó interacción significativa entre dosis de fertilizantes y genotipos de trigo, lo cual biológicamente significa que los cultivares elegidos para este estudio (con y sin genes de enanismo), respondieron diferencialmente. Fue así como la variedad de primavera semienana Onda-INIA fue la que mostró más estabilidad frente a las dosis de nitrógeno y fósforo (Cuadro 3).

CUADRO 3. Peso del hectolitro (kg/hl). Respuesta de trigos altos y semienanos a dosis crecientes de N y de P

TABLE 3. Hectoliter weight (kg/hl). Tall and semidwarf wheat varieties response to increasing rates of N and P

N y P2O5 (kg/ha)	Cultivares*			
	Onda-INIA	Andifén	Vilufén	T-1500
1983				
0- 0	86,26 a	82,23 a	83,35 a	81,63 b
50- 50	86,33 a	82,00 ab	83,05 a	81,40 b
100-100	85,45 b	81,10 c	83,05 a	81,78 b
150-150	85,88 ab	81,25 bc	82,20 a	82,01 b
200-200	85,30 b	80,88 c	83,11 a	83,20 a
1984				
0- 0	82,15 a	79,25 a	79,55 b	79,53 bc
50- 50	81,65 a	79,41 a	79,83 ab	78,80 c
100-100	82,16 a	78,66 a	81,38 a	80,70 ab
150-150	82,01 a	79,03 a	81,11 a	81,03 a
200-200	81,30 a	80,15 a	80,20 ab	79,13 c
1985				
0- 0	86,48 a	81,42 a	83,55 a	81,05 a
50- 50	85,07 a	80,58 a	83,43 a	80,07 a
100-100	85,52 a	79,98 ab	84,30 a	81,33 a
150-150	85,13 a	79,85 ab	82,97 ab	80,73 a
200-200	85,15 a	78,95 b	81,80 b	81,48 a

* Valores correspondientes a una misma variedad dentro de cada año, que lleven letras iguales no difieren estadísticamente, según Duncan al 5%/o (Interacción variedades x NP, significativa).

Las condiciones agroclimáticas, afectaron selectivamente el peso del hectolitro, observándose las cifras más bajas en 1984. Sin embargo, en los tres años las variedades mostraron buen peso del hectolitro, lo cual estaría indicando un manejo adecuado de los ensayos, en algunas prácticas, como control de enfermedades y disponibilidad de agua en el suelo en el período de llenado del grano.

En general, se observó elevado peso del hectolitro cuando no se aplicó fertilizantes a pesar del bajo rendimiento de grano observado en esos casos (Mellado, 1987).

Proteína del grano, rendimiento de proteína por hectárea y sedimentación

En general, los cultivares altos o antiguos presentaron más proteína en el grano cuando la fertilización fue de 150 a 200 kg/ha de N y de P (Cuadro 4), debido a que por su bajo potencial de rendimiento pudieron concentrar más N. En el caso de los trigos mejorados (Onda—INIA y Andifén), los aumentos de proteína no fueron tan claros; sin embargo, al considerar la producción de proteína por hectárea, estas variedades superaron significativamente a los trigos altos (Cuadro 5), debido a su mayor rendimiento de grano. Esto concuerda con investigaciones anteriores (Mellado, 1987).

CUADRO 4. Proteína del grano (0/o). Respuesta de trigos altos y semienanos a dosis crecientes de N y de P

TABLE 4. Grain protein content (0/o). Tall and semidwarf wheat varieties response to increasing rates of N and P

N y P2O5 (kg/ha)	Cultivares			
	Onda—INIA	Andifén	Vilufén	T—1500
	1983 ¹			
0— 0	10,6	9,5	10,1	9,5
50— 50	9,4	8,8	10,1	8,8
100—100	10,2	8,8	10,8	9,4
150—150	9,9	9,3	11,4	10,1
200—200	10,4	10,0	11,5	11,2
	1984 ²			
0— 0	10,4 a	10,5 a	10,3 b	9,7 b
50— 50	8,7 b	8,9 b	9,3 b	9,4 b
100—100	9,2 ab	10,0 ab	10,7 ab	9,7 b
150—150	9,2 ab	8,6 b	10,6 ab	10,5 ab
200—200	10,6 a	9,4 ab	12,1 a	11,8 a
	1985 ³			
0— 0	10,1	9,4	9,7	8,8
50— 50	8,8	8,7	8,9	8,2
100—100	9,4	9,1	9,9	8,7
150—150	10,3	9,3	10,1	9,3
200—200	11,0	10,2	12,4	11,2
Promedio	9,9 a	9,3 b	10,2 a	9,2 b

¹ Valores correspondientes a una sola determinación.

² Valores correspondientes a una misma variedad dentro de año que llevan letras iguales no difieren estadísticamente según Duncan al 50/o (Interacción variedades x NP, significativa).

³ Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según Duncan al 50/o (Interacción variedades x NP, no significativa).

Esta diferencia entre trigos mejorados y antiguos, incide en la recomendación de fertilizantes en siembras comerciales. En efecto, a fin de aprovechar el potencial de rendimiento y obtener un grano de adecuado contenido de proteína, las variedades semienanos deben recibir más fertilizantes que los trigos altos.

Respecto a microsedimentación, en el Cuadro 6 se observa que los trigos mejorados Onda-INIA y Andifén, superan significativamente a los trigos antiguos, lo cual tiene importancia industrial, ya que este parámetro está relacionado con la calidad de la proteína.

CUADRO 5. Rendimiento de proteína (kg/ha). Respuesta de trigos altos y semienanos a dosis crecientes de N y de P

TABLE 5. Protein yield (kg/ha). Tall and semidwarf wheat varieties response to increasing rates of N and P

N y P2O5 (kg/ha)	Cultivares			
	Onda-INIA	Andifén	Vilufén	T-1500
	1983 ¹			
0— 0	387,3	436,5	414,1	332,5
50— 50	452,8	534,0	457,4	431,7
100—100	751,0	571,1	572,1	498,0
150—150	723,8	765,2	582,0	519,4
200—200	945,0	920,6	717,4	680,4
	1984 ²			
0— 0	272,9 c	242,5 c	237,8 b	252,9 c
50— 50	342,6 c	338,0 c	291,0 b	329,6 bc
100—100	562,8 b	598,3 ab	480,9 a	429,5 ab
150—150	626,6 b	527,0 b	461,4 a	505,6 a
200—200	854,9 a	670,1 a	554,7 a	541,0 a
	1985 ³			
0— 0	320,2	310,2	251,0	256,0
50— 50	462,8	398,9	274,0	319,9
100—100	594,1	570,3	469,5	445,1
150—150	732,4	602,2	472,2	549,5
200—200	820,0	670,2	559,5	500,0
Promedio	585,9 a	510,4 b	405,2 c	414,1 c

¹ Valores correspondientes a una sola determinación.

² Valores correspondientes a una misma variedad dentro de año que llevan letras iguales, no difieren estadísticamente según Duncan al 5% (Interacción variedades x NP, significativa).

³ Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según Duncan al 5% (Interacción variedades x NP, no significativa).

CUADRO 6. Sedimentación. Respuesta de trigos altos y semienanos a dosis crecientes de N y de P**TABLE 6. Sedimentation values. Tall and semidwarf wheat varieties response to increasing rates of N and P**

N y P2O5 (kg/ha)	Cultivares			
	Onda—INIA	Andifén	Vilufén	T—1500
	1983 ¹			
0— 0	33,5	26,4	22,0	18,7
50— 50	29,1	22,0	19,2	15,9
100—100	31,9	22,5	23,1	17,0
150—150	31,9	22,0	23,1	21,4
200—200	32,4	24,2	23,6	22,5
	1984 ²			
0— 0	23,8 c	26,4 a	12,1 b	11,7 b
50— 50	24,9 bc	23,5 a	10,3 b	10,6 b
100—100	29,0 bc	22,7 a	15,8 b	14,3 b
150—150	33,0 b	26,0 a	20,2 b	19,4 b
200—200	49,3 a	29,3 a	32,3 a	27,9 a
	1985 ³			
0— 0	39,6	29,7	22,0	13,2
50— 50	31,9	26,7	16,5	14,3
100—100	39,6	25,6	17,9	13,8
150—150	30,3	28,0	24,8	19,3
200—200	53,4	36,3	29,2	28,6
Promedio	39,0 a	29,2 b	22,1 c	17,8 c

¹ Valores correspondientes a una sola determinación.

² Valores correspondientes a variedades dentro de año que llevan letras iguales no difieren estadísticamente según la Prueba de Duncan al 5% (Interacción variedades x NP, significativa).

³ Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según Duncan al 5% (Interacción variedades x NP, no significativa).

Farinograma

Los porcentajes de absorción de agua por la harina no se vieron modificados por las dosis de N y de P, no hubo interacción cultivar por fertilización; sin embargo, al considerar los promedios de absorción por variedad, Onda—INIA (63%) fue superior, seguido de Vilufén (60%), estadísticamente mejor que los valores de Andifén y T—1500 (58 y 55%).

Respecto al tiempo de desarrollo de la masa, el cultivar Onda—INIA presentó el mayor y las otras tres variedades mostraron cifras menores y semejantes (Cuadro 7). Los valores de Onda—INIA indican que la harina producida con este trigo puede usarse directamen-

te para la fabricación industrial de pan; no así la de las otras tres variedades, las cuales deben ser mezcladas con harina de trigos de fuerza, para dicho efecto.

El valor W, que pondera el tiempo de desarrollo y decaimiento de la masa, también fue más elevado en el trigo Onda—INIA (Cuadro 8), observándose un aumento moderado con las dosis mayores de N y de P.

Los valores de volumen del pan fueron menores en el cultivar Andifén no observándose respuesta a las dosis de fertilizantes (Cuadro 9). En las otras tres variedades se produjo un incremento en este parámetro al aplicar 200 kg/ha de N y de P2O5.

CUADRO 7. Desarrollo de la masa (min). Respuesta de trigos altos y semienanos a dosis crecientes de N y de P

TABLE 7. Dough development (min). Tall and semidwarf wheat varieties response to increasing rates of N and P

N y P2O5 (kg/ha)	Cultivares			
	Onda—INIA	Andifén	Vilufén	T—1500
1983 ¹				
0— 0	5,5	2,0	1,0	1,3
50— 50	5,3	1,6	2,3	1,3
100—100	4,8	1,8	2,0	1,8
150—150	5,5	1,8	1,8	1,5
200—200	4,8	2,0	2,5	2,6
1984 ²				
0— 0	3,2	2,5	2,2	2,0
50— 50	1,8	2,0	2,0	1,5
100—100	2,2	2,0	1,7	2,0
150—150	2,1	2,3	2,3	2,2
200—200	5,0	2,7	2,8	2,8
Promedio	2,9 a	2,3 ab	2,2 b	2,1 b
1985 ²				
0— 0	4,8	1,5	1,8	1,5
50— 50	3,5	1,5	1,5	1,5
100—100	3,5	2,3	2,4	1,5
150—150	3,5	2,3	2,5	2,3
200—200	5,3	3,5	2,5	3,0
Promedio	4,1 a	2,2 b	2,1 b	2,0 b

¹ Valores correspondientes a una sola determinación.

² Promedios que llevan letras iguales no difieren estadísticamente, según Duncan al 5% (Interacción variedades x NP, no significativa).

CUADRO 8. Valor W. Respuesta de trigos altos y semienanos a dosis crecientes de N y de P

TABLE 8. W value. Tall and semidwarf wheat varieties response to increasing rates of N and P

N y P2O5 (kg/ha)	Cultivares			
	Onda—INIA	Andifén	Vilufén	T—1500
1983 ¹				
0— 0	58	39	30	28
50— 50	58	40	38	28
100—100	52	36	37	29
150—150	62	37	37	32
200—200	55	41	45	40
1984 ²				
0— 0	50	39	33	28
50— 50	41	36	37	29
100—100	45	37	37	31
150—150	44	44	45	37
200—200	57	43	47	39
Promedio	47 a	40 b	40 b	33 c

Continuación Cuadro 8. Valor W. Respuesta de trigos altos y semienanos a dosis

N y P2O5 (kg/ha)	Cultivares			
	Onda-INIA	Andifén	Vilufén	T-1500
	1985 ³			
0- 0	50 b	41 ab	38 b	31 c
50- 50	46 b	40 b	37 b	31 c
100-100	46 b	44 ab	42 ab	35 bc
150-150	46 b	43 ab	46 a	39 ab
200-200	60 a	47 a	44 a	45 a

¹ Valores correspondientes a una sola determinación.

² Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la Prueba de Duncan al 5^o/o (Interacción variedades x NP, no significativa).

³ Valores correspondientes a variedades dentro de año que llevan letras iguales no difieren estadísticamente según la Prueba de Duncan al 5^o/o (Interacción variedades x NP, significativa).

CUADRO 9. Volumen del pan (cc). Respuesta de trigos altos y semienanos a dosis crecientes de N y de P

TABLE 9. Loaf volume (cc). Tall and semidwarf wheat varieties response to increasing rates of N and P

N y P2O5 (kg/ha)	Cultivares			
	Onda-INIA	Andifén	Vilufén	T-1500
	1983 ¹			
0- 0	773	610	618	685
50- 50	700	605	653	647
100-100	692	617	690	650
150-150	715	598	730	678
200-200	735	653	738	758
	1984 ²			
0- 0	688	653	673	655
50- 50	635	655	635	615
100-100	638	613	660	633
150-150	630	643	665	678
200-200	703	645	753	735
Promedio	658 ab	641 b	677 a	663 ab

¹ Valores correspondientes a una sola determinación.

² Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la Prueab de Duncan al 5^o/o (Interacción variedades x NP, no significativa).

Nota: En 1985 no se determinó volumen del pan.

RESUMEN

Durante el trienio 1983-1985, se efectuaron tres ensayos de campo en la Estación Experimental Quilamapu (INIA, Chillán). En un diseño de parcelas divididas, los tratamientos (5) correspondieron a dosis crecientes de N y de P₂O₅: 0-0, 50-50, 100-100, 150-150 y 200-200 kg de N y P₂O₅ por hectárea, respectivamente. Los subtratamientos (4) fueron: los trigos semienanos Onda-INIA y Andifén y los altos Vilufén y T-1500.

El total del P se aplicó a la siembra y el N, la mitad a la siembra y el resto al estado 4-5 de Feekes-Large. Para evitar interferencias de royas y VEAC, se aplicó quincenalmente triadimefón y pirimicarb. Las malezas se controlaron con MCPA y Dicamba.

Las principales conclusiones fueron:

- Aunque los cultivares semienanos produjeron mayores rendimientos de proteína por hectárea, debido a un mayor rendimiento de grano, el contenido de

proteína del grano de estos cultivares no mostró una respuesta clara a la fertilización.

- El contenido de proteína del grano de las variedades altas aumentó significativamente de acuerdo a los incrementos en los niveles de N y de P.

- A medida que las dosis de N y de P se elevaron: el peso del hectolitro permaneció relativamente estable; el valor de sedimentación, desarrollo de la masa y valor W aumentaron; y el volumen del pan fue mayor con la dosis más alta de fertilizantes, en los cultivares antiguos.

- A través del mejoramiento genético convencional realizado en Quilamapu, los nuevos cultivares de trigo semienanos liberados por este programa han sido de mayor rendimiento de grano y mejor calidad industrial, que los trigos altos cultivados en décadas anteriores.

LITERATURA CITADA

- BHATIA, C.R. and RABSON, R. 1976. Bioenergetic considerations in cereal breeding for protein improvement. *Science* 194: 1418-1421.
- FAVRET, E. A., SOLARI, R. M., and MANGHERS, L. E. 1984. Genetics of prolamin synthesis in cereal endosperms and its implication in plant breeding. En: *Cereal Grain Protein Improvement*, IAEA, Vienna. p.: 301-319.
- HALLORAN, G.M. 1981. Cultivar differences in nitrogen translocation in wheat. *Australian J. Agric. Res.*, 32: 535-544.
- KRAMER, TH. 1979. Environmental and genetic variation for protein content in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica* 28: 209-218.
- MELLADO Z., MARIO. 1983. Algunas diferencias entre variedades antiguas y modernas de trigo. *Simiente (Chile)* 53 (1-2): 55-59.
- MELLADO Z., MARIO. 1987. Respuesta al nitrógeno y fósforo de variedades de trigo altas y semienanas. I. Variaciones en el rendimiento de grano y sus componentes. *Agricultura Técnica (Chile)* 47 (2): 152-159.
- PARODI P., PATRICIO y WULF M., HECTOR. 1966. Expresión de la heterosis en la calidad molinera y panadera de híbridos en trigo. *Agricultura Técnica (Chile)* 26 (3): 97-106.
- PEARMAN, I., THOMAS, S.M., and THORNE, G.N. 1978. Effect of nitrogen fertilizer on growth and yield of semi-dwarf and tall varieties of winter wheat. *J. Agric. Sci.* 91: 31-45.
- PENNING DE VRIES, F.W.T., BRUNSTING, A.H.M., and VAN LAAR, H.H. 1974. Products, requirements and efficiency of biosynthesis: A quantitative approach. *J. Theor. Bio.* 45: 339.
- SCHOLZ, F. 1984. Possibilities and limiting conditions for the genetic improvement of protein yield in cereal with particular reference to nitrogen balance and requirements. En: *Cereal Grain Protein Improvement*. IAEA, Vienna. p.: 269-277.
- THORNE, G.N. and BLACKLOCK, J.C. 1971. Effects of plant density and nitrogen fertilizer on growth and yield of short varieties of wheat derived from Norin 10. *Ann. Appl. Biol.* 68: 93-111.