

posibilidad de la esquila preparto que dejaría la zona con lana quebradiza en la punta de la mecha. Esta nueva época para efectuar la esquila tendría, además, el efecto de permitir una mejor crianza del cordero, ya que su destete podría hacerse después de los 2½ a 3 meses, como es en la actualidad, lo que significaría mayor cantidad de corderos de más alto peso. No debe olvidarse que la entrada por corderos en Magallanes es alrededor de 50% del total.

Con el objeto de estudiar las posibilidades de pequeñas áreas regadas o con pastos introducidos en la Zona Central de secano, se están realizando investigaciones en el cruzamiento de razas diferentes, dos o más, que permite aprovechar el vigor híbrido que se genera. En esta forma se pueden usar estas pequeñas áreas en hacer engordas de corderos de gran precocidad.

En los últimos 4 años, se ha estado estudiando la posibilidad de usar con ovinos los bosques de tamarugo que existen en la provincia de Tarapacá, en la llamada Pampa del Tamarugal. Se ha visto que este árbol es capaz de vivir en este medio totalmente seco

aprovechando la humedad que es posible encontrar en el subsuelo, esto último debido a la rapidez de crecimiento de sus raíces que en poco tiempo son capaces de llegar a estas napas subterráneas. Las experiencias efectuadas hasta el momento muestran las grandes posibilidades que tienen estos animales en los bosques de tamarugo en donde viven aprovechando sus frutos acumulados en el suelo y del ramoneo de sus hojas.

Cuadro 11 — Variación porcentual del diámetro de la lana en un año de crecimiento.

RAZA	LUGAR	VARIACION MAXIMA EN %	% DISMINUCION MAXIMA EN RESISTENCIA
Merino	Casablanca	24,8	45
Merino	Maipú	22,1	38*
Merino	Cauquenes	14,3	28*
Merino	Cauquenes	25,1	20*
Corriedale	T. del Fuego	25,0	25
Corriedale	T. del Fuego	48,8	44
Corriedale	T. del Fuego	31,5	28

*Con suplementación otoñal.

INVESTIGACION

Expresión de la heterosis en la calidad molinera y panadera de híbridos de trigo¹

Patricio Parodi P.² y Héctor Wulf M.³

INTRODUCCION

La investigación de los últimos seis años ha dado lugar a la posibilidad de utilizar la heterosis en la formación de variedades de trigo híbrido. Sin duda que el problema más trascendente en este proyecto era transformar al trigo, una especie naturalmente autógena, en una especie artificialmente heterógama. Esto fue posible sólo cuando los investigadores japoneses Kihara (15) y Fukasawa (8, 9, 10),

informaron de la presencia de macho-esterilidad en trigo. Posteriormente, en 1962 Wilson y Ross (26) y luego en 1964, Livers (17), formaron líneas macho-estériles con base genética hexaploide, utilizando el citoplasma de *Triticum timopheevi* Zhuk.

Se ha reconocido que para producir variedades híbridas es necesario utilizar efectiva y económicamente un alto nivel de heterosis. El efecto del vigor híbrido debe superponerse sobre el rendimiento base de la variedad comercial más productiva de la zona. Al producir tales variedades deberá obtenerse buena calidad sin sacrificar la heterosis. Si se da una alta prioridad a las consideraciones de calidad en el planeamiento de un programa destinado a producir variedades de trigo híbrido, este aspecto puede ser alcanzado. Se estima (4)

¹Recepción manuscrito: 20 de julio de 1966.

²Ingeniero Agrónomo M. S., Proyecto Trigo, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Profesor Cátedra Investigación Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. Profesor Asociado, Cátedra Genética y Cátedra Mejoramiento de Plantas, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile.

³Ingeniero Agrónomo, Laboratorio Farinología, Proyecto Trigo, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

que en el progenitor femenino, portador de la macho-esterilidad, debe encontrarse la mejor calidad molinera y panadera posible, en el sentido más amplio; en caso contrario, el híbrido tendrá una calidad inaceptable. Es probable que el máximo de heterosis se obtenga en cruzamientos entre variedades genéticamente muy diferentes, lo que significa también grandes diferencias en calidad. Siendo este el caso, existe sólo una probabilidad limitada de que el progenitor masculino contribuya a mejorar la calidad; antes bien, en la mayoría de los casos la deteriorará.

Es posible, además, que la buena calidad de un determinado híbrido contribuya al equilibrio del mayor costo previsto para la semilla híbrida. Estimaciones recientes (22) indican que se puede necesitar de un 15 a un 30 por ciento más de rendimiento sólo para pagar el costo extra de la semilla.

El presente trabajo está enfocado a determinar la expresión de la heterosis en la calidad molinera y panadera de la semilla producida en la generación F_1 (endosperma F_2) de híbridos de trigo, usando un grupo de progenitores diferentes en sus niveles de calidad.

REVISION DE LITERATURA

La literatura concerniente al vigor híbrido en trigo fue revisada hasta 1963 por Briggles (6). En 1966 Parodi (21) resumió la información relacionada con el proceso de formación de variedades híbridas.

Hasta la fecha los investigadores han informado sólo en forma parcial acerca de los efectos de la heterosis en la calidad molinera y panadera del trigo. Parker (20) estima que la calidad debe ser mantenida en todos los híbridos de trigo; indica además que la evaluación de los factores de calidad requieren pruebas muy críticas y que la aceptación de una variedad puede estar determinada sólo por pequeñas diferencias, controladas genéticamente, dentro de los progenitores.

Worzella (27), usando la prueba de tiempo de fermentación, estudió la progenie de un cruzamiento entre un trigo de gluten fuerte y otro de gluten débil. La fuerza del gluten en las plantas F_1 (endosperma F_2) fue intermedia entre los padres. En la generación F_2 las plantas híbridas fueron también intermedias; en el F_3 se obtuvo grupos de plantas tan fuertes y tan débiles como los progenitores.

Narváez *et al.* (19) indican que en apariencia la fuerza del gluten depende de algunos genes parcialmente dominantes; estos genes parecen actuar en forma acumulativa. En general, cuando se cruzan dos variedades con gluten fuerte, un alto porcentaje de las plantas F_2 tendrá gluten fuerte, medido en valores de Micro-Pelshenke. Una cruz entre dos varie-

dades con gluten extensible y débil con bajos valores de Pelshenke, dará una progenie F_2 en que todos los individuos tendrán valores de Pelshenke de bajos a medios. Un cruzamiento entre una variedad con gluten fuerte y una variedad de gluten extensible y débil producirá una progenie F_2 con una gama amplia de valores de Pelshenke. Si una variedad de gluten corto, con un bajo valor de Pelshenke se cruza con una variedad que posea un gluten extensible y débil con un valor de Pelshenke bajo, la población F_2 también tendrá una gama amplia de valores de Pelshenke y fuerzas de gluten. Se han encontrado (25) genes con dominancia parcial en las variedades Sinvaloch, Klein Petiso, Lee, Gabo, Justin, Pembina y Sonora 64, en contraste con la variedad Thatcher cuya fuerza de gluten está condicionada por varios genes recesivos. Hay evidencia experimental que indica que existen además varios genes heredados independientemente que controlan la extensibilidad del gluten.

Mc Neal *et al.* (18) evaluaron la calidad molinera en las generaciones F_1 y F_2 de tres cruzamientos de trigos de primavera. Las poblaciones F_1 y F_2 fueron en general intermedias entre los progenitores y en ningún caso superaron al progenitor más alto en forma significativa. Lo más usual fue que las características de calidad de las poblaciones F_1 y F_2 sólo se aproximan a las del mejor progenitor.

Atkins *et al.* (3) usaron la prueba de sedimentación para diferenciar calidad entre familias F_2 derivadas del cruzamiento entre Tascosa, un trigo invernal de alta calidad, y una línea experimental de baja calidad. Las correlaciones entre varios componentes de calidad y características del pan indicaron que el tiempo de mezcla, el índice de tolerancia de mezcla y la prueba de sedimentación estaban correlacionadas aproximadamente en el mismo grado con las características del pan.

Kaul y Sosulski (14) estudiaron la herencia de los valores de sedimentación y porcentajes de proteína en las generaciones F_1 , F_2 , BC_1 y BC_2 de la cruz (Selkirk x Gabo). El valor alto de sedimentación fue parcialmente dominante. La heredabilidad de los valores de sedimentación varió de 79 a 92%, mientras que los de proteína variaron entre 44 y 60%.

Zeleny *et al.* (29) compararon los valores de sedimentación, el tiempo del mixograma, la tolerancia de mezcla y la proteína en 159 líneas F_3 a partir del cruzamiento entre Conley, un trigo de primavera de buena calidad (valor de sedimentación 69) y PI 56219-12, un trigo de primavera de baja calidad (valor de sedimentación 26). Las correlaciones entre el valor de sedimentación y el tiempo de mezcla fueron altas, pero fueron bajas entre el valor de sedimentación y la proteína. Lebsock *et al.* (16) informaron con mayor detalle sobre este mismo

cruzamiento, cultivando desde el F₃ hasta el F₆. Las correlaciones entre el valor de sedimentación y el tiempo de mezcla variaron entre 0,61 y 0,74 para las diferentes generaciones. Las correlaciones con proteína fueron significativas pero mucho más bajas, variando entre 0,24 y 0,52. Las estimaciones de heredabilidad para la tolerancia de mezcla fueron de 63% para el F₃ versus F₅, y de 87% para el F₃ versus F₆. La heredabilidad de sedimentación en estas mismas generaciones fue de 56 y 60%, y para proteína de 37 y 70%. Estos autores señalan que existe evidencia de dominancia parcial del corto tiempo de mezcla y de bajos contenidos de proteína, hechos muy importantes si se trata de producir híbridos de trigo en escala comercial. A pesar de que Conley tiene una tolerancia de mezcla y un nivel de proteínas muy satisfactorios, ninguno de estos caracteres se expresó en niveles aceptables en el F₁.

Davis *et al.* (7) indican que el contenido de proteínas en trigo invernal se hereda con dominancia parcial de la baja proteína, pero indican que este carácter está muy influenciado por las condiciones ambientales. Haunhold *et al.* (13) estimaron, sin embargo, que la heredabilidad de los valores de proteína era baja en cruzamientos de trigos invernales.

Rodríguez *et al.* (23) estudiaron la calidad molinera y panadera de ocho híbridos de trigo usando como progenitores las variedades Lerma Rojo 64 A, Selkirk, Pénjamo 62, Crim, Buck Bolívar, Pitic 62, CI-244 y Sonora 64. Los valores de Pelshenke de los híbridos fueron inferiores al progenitor más bajo, excepto en cinco casos en que lo superaron, pero sin sobrepasar el promedio de los padres.

Los valores de sedimentación, con una sola excepción, fueron similares aunque algo inferiores al promedio de los progenitores. En cuanto a proteína, cinco híbridos superaron al promedio de sus progenitores y uno fue mejor que el progenitor más alto. El tiempo de mezcla de los híbridos fue en seis casos inferior al promedio de los progenitores; ningún híbrido superó al mejor progenitor. Siete híbridos presentaron volúmenes de pan superiores al promedio de los progenitores y uno igualó ese promedio; en cuatro casos se superó el mejor progenitor.

MATERIALES Y METODOS

En el otoño de 1964 se comenzó una serie de cruzamientos planeados para evaluar la expresión de la heterosis en algunos factores de importancia en trigo, entre éstos, la calidad molinera y panadera. Los 15 progenitores seleccionados se separaron en grupos de acuerdo a su calidad, como se indica en el Cuadro 1, haciéndose el mayor número posible de cruzamientos entre y dentro de estos grupos, aunque sin intentar formar un dialelo.

Cuadro 1 — Clasificación de los progenitores en base a su nivel de calidad.

PROGENITOR Y PEDIGREE	NIVEL DE CALIDAD
Klein Impacto	Excelente
Yafén	Excelente
II-8392-2R-1M-2R	
Platifén	Bueno.
[Ofn × (Yt54-Nor10/B-LR)C14 ²]	Bueno.
Ch-7972-2p-11p-1p	
(M2824 × Fn-K58/N)	Bueno.
II-54-66	
[(Yt54-Nor10/B26-1c)Nar 59]	Bueno.
Ch-17603-2p-5p-3p-1p	
[(908 Fn) ² /4160 × Yt54-Nor10/B)C14 ²]	Bueno.
Ch-7819-2p-1p-3p-3p-1p	
(Fn-Th4)	Regular.
II-52-286	
Huelquén	Regular.
Fortunato	Regular.
IBO 219	
Menflo	Bajo.
Centrifén	Bajo.
M-7920-9r-1m-2r	
[(Ch 53-Nor10/B × LR ³)CD]	Bajo.
Ch-5970-2p-3p-1p-1p	
(Rfn ² × S/Mt-M/Rw ²)	Bajo.
Ch-10623-4p-1p-2p-1p	
Orofén	Bajo.

Se obtuvo un mínimo de 60 semillas por cruzamiento manteniendo identificado el orden de los progenitores para evitar posibles efectos del endosperma materno.

En el otoño de 1965 se sembraron dos ensayos con cuatro repeticiones, con el diseño de parcelas divididas en que cada repetición incluía 10 semillas F₁ y 10 semillas de cada progenitor en surcos de 1 m. separados 30 cm. Después de la emergencia se replantó para uniformar la población en aquellas repeticiones donde hubo deficiencias. Con posterioridad al replante hubo un intenso ataque de gusanos de la familia *Curculionidae*, que deterioró la uniformidad de la población en un momento en que el replante ya no era indicado. Esto impidió que en este experimento se estudiara la expresión de la heterosis en el rendimiento.

El endosperma F₂ producido en las plantas F₁ corresponde a lo que sería semilla comercial de un híbrido. La semilla de las cuatro repeticiones de cada cruzamiento, y también la de los progenitores, se mezcló y trató como una unidad en los análisis posteriores.

Dada la cantidad limitada de semilla, los valores de Pelshenke se determinaron mediante el método de Pelshenke modificado, descrito por Wulf y Granger (28).

Para establecer el valor de sedimentación se usó una modificación del método de la AACC (2), que permite operar en muestras de 5 gr. de trigo. La muestra se muele en un molino Brabender Quadrumat Junior, cuyas

planchetas convencionales se reemplazan por una malla 100-mesh. Se pesan 0,64 gr. de harina, agregando 5 cc de agua que contiene 4 mgrs. de azul-bromofenol y 2,5 cc de solución de ácido láctico-alcohol isopropílico por litro. Se emplea un agitador mecánico de 40 oscilaciones por minuto. Los valores son corregidos de acuerdo a una tabla de conversión para su equivalencia al método standard.

El porcentaje de proteína fue obtenido por el método Kjeldahl standard (factor de conversión en proteína N x 5,7), usando licores de NaOH y H₂SO₄ de 0,1253 N.

El tiempo de mezcla se determinó desde que comenzó a funcionar la mezcladora mecánica hasta que la masa adquirió una consistencia uniforme.

Para determinar el volumen de pan producido por los híbridos y sus progenitores se usó un método equivalente al método standard, de acuerdo a la siguiente fórmula: Harina 25 gr.; levadura fresca 0,78 gr.; sal 0,5 gr.; azúcar 1,25 gr.; harina de trigo malteado 0,07 gr.; grasa vegetal 0,75 gr.; leche en polvo desgrasada 1,0 gr.; bromato de potasio 0,5 mgr. La masa se fermentó durante 3 horas a 30°C en una cámara de fermentación con 85% de humedad relativa. Se levantó en molde durante 55 minutos y tuvo 25 minutos de cocción a 227°C. El volumen del pan se midió 30 minutos después de la cocción en un volumenómetro, por desplazamiento.

El grano y color de la miga fue juzgado 24 horas después de acuerdo al siguiente criterio: menos de 59, muy mala; 60-69, mala; 70-75, deficiente; 76-79, regular; 80-89, buena; más de 90, excelente.

El material se analizó estadísticamente para determinar sus valores de t. Se calculó además valores de correlación entre todos los factores de calidad estudiados, tanto entre las generaciones F₁ como entre el F₁ y los progenitores.

RESULTADOS

Mediante el uso de los métodos descritos se determinaron valores de Pelshenke, sedimentación y porcentaje de proteína para cada uno de los híbridos F₁ y para sus progenitores. Estos valores están indicados en el Cuadro 2, donde se señala además el valor promedio de los progenitores.

Los tiempos de Pelshenke señalados en el Cuadro 2 indican que en forma constante las plantas F₁ produjeron valores inferiores al valor promedio de los progenitores. El cálculo de t dio para este valor una cifra de 27,3680 en circunstancias que t_{0,05} era de 2,00. Esto demuestra que significativamente el valor de Pelshenke de los progenitores fue superior al de los híbridos. Sólo en tres casos aparecieron tiempos de Pelshenke en los híbridos supe-

riores al tiempo de su progenitor más bajo, y en esos tres casos se trataba de progenitores de calidad deficiente, Menflo y Orofén.

En cuanto al valor de sedimentación, en veintitrés cruzamientos los híbridos fueron inferiores al promedio de los progenitores, y en sólo seis cruzamientos superaron este promedio. En trece cruzamientos el valor de sedimentación del híbrido fue menor al del progenitor más bajo. En una oportunidad el valor de sedimentación del híbrido fue igual al del progenitor más bajo, y también en un caso igual al del progenitor más alto. En este último cruzamiento ambos progenitores tenían excelente calidad. Yafén y Klein Impacto. El cálculo estadístico del valor de t para este factor da una cifra de 2,6468 cuando t_{0,05} es de 2,00. Esto indica que existe una diferencia en el valor de sedimentación en favor al promedio de los progenitores.

Con respecto al contenido de proteína, en veintidós cruzamientos el híbrido tuvo un porcentaje inferior al promedio de los progenitores. En un cruzamiento, (Platifén x Rfn² x S/Mt-M/Rw²), el porcentaje de proteína del híbrido fue igual al promedio de los progenitores. En seis cruzamientos el porcentaje de proteína de los híbridos fue superior al promedio de los progenitores. Dieciséis híbridos presentaron porcentajes de proteína inferiores, uno igual y once superiores al progenitor más bajo. Un híbrido (Yafén x Orofén), tuvo un porcentaje de proteína superior al progenitor más alto. El valor de t para este factor fue de 0,34909, en circunstancias que t_{0,05} era de 2,00. Esto estaría indicando, que en el total de los cruzamientos los valores de proteína de los híbridos no difieren significativamente de los valores de los progenitores.

En el Cuadro 3 se indica el tiempo de mezcla expresado en minutos, el volumen del pan obtenido por micropanificación expresado en centímetros cúbicos y una nota de apreciación de la textura de la miga. En cada factor se señalan los valores promedio de los progenitores. Estas observaciones fueron realizadas sólo sobre aquellos híbridos que tenían una cantidad adecuada de semilla.

Los tiempos de mezcla indicados en el Cuadro 3 señalan que 8 híbridos superaron al promedio de sus progenitores y dos lo igualaron. Cuatro híbridos tuvieron valores superiores a los del progenitor más alto, y cuatro presentaron valores iguales a los de ese progenitor. Seis híbridos desarrollaron tiempos de mezcla inferiores al promedio de sus progenitores.

El volumen del pan de siete cruzamientos fue superior al promedio de sus progenitores; cinco híbridos tuvieron valores superiores al mejor progenitor. Cuatro híbridos superaron el volumen del progenitor más bajo.

Cuadro 2 — Valores de Pelshenke, sedimentación y proteína en veintinueve híbridos de trigo, generación F₁ — endosperma F₂ — y sus progenitores.

PEDIGREE	VALOR DE PELSHENKE				TIEMPO DE SEDIMENTACION				PORCENTAJE DE PROTEINA			
	F ₁	P ₁	P ₂	\bar{X}	F ₁	P ₁	P ₂	\bar{X}	F ₁	P ₁	P ₂	\bar{X}
	Platifén x [(Yt54 ⁺ x Nor10/B26-1c) Nar 59]	68	149	160	154,5	31	48	51	49,5	12,9	15,3	15,6
Platifén x (Rfn ² - S/Mt-M/Rw ²)	22	149	60	104,5	28	48	25	36,5	14,3	15,3	13,3	14,3
Platifén x Huelquén	36	149	188	168,5	29	48	36	42,0	12,2	15,3	14,6	14,95
Huelquén x [(Yt54 ⁺ x Nor10/B26-1c) Nar 59]	39	188	160	174,0	31	36	51	43,5	12,2	14,6	15,6	15,1
Huelquén x [(908/Fn) ² /4160 x Yt54-Nor10/B] C14 ²	51	188	207	197,5	30	36	39	37,5	12,7	14,6	14,0	14,3
Huelquén x [(Ch 53-Nor10/B x LR ³) CD]	30	188	66	127,0	28	36	37	36,5	13,1	14,6	15,5	15,05
Centrifén x [Yt54 ⁺ x Nor10/B26-1c) Nar 59]	54	111	160	135,5	28	20	51	35,5	12,7	10,5	15,6	13,5
Centrifén x [(908/Fn) ² /4160 x Yt54-Nor10/B] C14 ²	64	111	207	159,0	32	20	39	29,5	12,8	10,5	14,0	12,25
Centrifén x Platifén	55	111	149	130,0	39	20	48	34,0	14,1	10,5	15,3	12,9
Centrifén x Huelquén	32	111	188	149,5	24	20	36	28,0	11,3	10,5	14,6	12,55
Centrifén x [(Ch53-Nor10/B x LR ³) CD]	26	111	66	88,5	25	20	37	28,5	12,6	10,5	15,5	13,0
Yafén x Menflo	49	213	23	118,0	34	51	19	35	12,4	13,8	10,6	12,2
Yafén x Orofén	87	213	30	121,5	43	51	28	39,5	14,1	13,8	8,5	11,5
Yafén x Klein Impacto	115	213	173	193,0	54	51	54	52,5	13,5	13,8	15,8	14,8
Yafén x [(Yt54 ⁺ x Nor10/B26-1c) Nar 59]	74	213	160	186,5	42	51	51	51,0	11,9	13,8	15,6	14,7
Yafén x Huelquén	66	213	188	200,5	40	51	36	43,5	11,9	13,8	14,6	14,2
Yafén x Centrifén	82	213	111	162,0	36	51	20	35,5	11,6	13,8	10,5	12,15
Menflo x [(Ch53-Nor10/B x LR ³) CD]	22	23	66	44,5	19	27	37	32,0	11,6	10,6	15,5	13,05
Orofén x (Rfn ² -S/Mt-M/Rw ²)	23	30	60	45,0	21	28	25	27,5	12,9	8,5	13,3	10,9
Orofén x Menflo	21	30	23	26,5	20	28	19	23,5	11,4	8,5	10,6	9,55
[(Yt54 ⁺ x Nor10/B26-1c) Nar 59] x [(908/Fn) ² /4160 x Yt54-Nor10/B] C14 ²	64	160	207	183,5	33	51	39	45	13,3	15,6	14,0	14,8
(Fn-Th ⁴) x Fortunato	31	223	108	165,5	29	55	19	37	13,7	16,1	14,4	15,25
(M2824 x Fn-K38/N) x Centrifén	27	272	111	191,5	27	39	20	29,5	11,2	14,5	10,5	12,5
(M2824 x Fn-K38/N) x Huelquén	30	272	188	230,0	31	39	36	37,5	12,3	14,5	14,6	15,55
[Ofn x (Yt54 ⁺ -Nor10/B26-1c) Nar 59] x [(908/Fn) ² /4160 x Yt54-Nor10/B] C14 ²	76	208	207	207,5	31	32	39	35,5	12,4	13,0	14,0	13,5
[Ofn x (Yt54 ⁺ -Nor10/B26-1c) Nar 59] x Orofén	24	208	30	119,0	20	32	28	30,0	10,4	13,0	8,5	10,75
Klein Impacto x [(Ch53-Nor10/B x LR ³) CD]	36	173	66	119,5	31	54	37	45,5	13,3	15,8	15,5	15,75
Klein Impacto x [(Yt54 ⁺ -Nor10/B26-1c) Nar 59]	63	173	160	166,5	30	54	51	52,5	11,8	15,8	15,6	15,7
(Rfn ² x S/Mt-M/Rw ²) x Menflo	24	60	23	41,5	25	25	19	22,0	12,1	13,3	10,6	11,95
t	27,36				2,64				,349			
t _{0,05}	2,00				2,00				2,00			

En textura de la miga, cuatro híbridos superaron el promedio de sus progenitores y uno lo igualó. Tres híbridos superaron al progenitor más alto y uno fue igual a ese progenitor. Once híbridos fueron inferiores al promedio de los progenitores.

Los valores de correlación calculados entre cada uno de los factores de calidad se indican en el Cuadro 4. En el Cuadro 5 se incluyen valores de correlación entre el F₁ y el promedio de los progenitores para cada factor de calidad. En ambos casos se usó el valor total de todas las observaciones.

Los valores de correlación entre el tiempo de Pelshenke del F₁ y los valores de F₁ para el resto de los factores estuvieron entre 0,615 y 0,07, siendo la más alta la correlación con sedimentación. El tiempo de sedimentación presentó con los restantes factores de calidad valores de correlación comparativamente mejores, entre 0,65 y 0,24. Los valores de correlación del porcentaje de proteína con los otros

factores fueron bajos, fluctuando entre 0,65 y 0,02. Existió una buena correlación, 0,80, entre el volumen del pan y la textura de la miga.

Las correlaciones establecidas entre los valores del F₁ y los promedios de los progenitores fueron, en general, aceptables, siendo más alta la correlación del tiempo de mezcla, 0,59, y más baja la correlación de la textura de la miga, 0,33.

DISCUSION

La evidencia puesta de manifiesto por un alto número de estudios de heterosis en trigo, indica que con un manejo adecuado del germoplasma disponible, es posible obtener un significativo nivel de heterosis para algunos o todos los caracteres económicos. La prueba final será, sin duda, cuando se intente obtener el equilibrio en una gama amplia de caracteres agronómicos y de calidad. Es común, por

Cuadro 3 — Tiempo de mezcla, volumen de pan y textura de miga en dieciséis híbridos de trigo, generación F₁ — endosperma F₂ — y sus progenitores.

PEDIGREE	TIEMPO DE MEZCLA EN MINUTOS, VOLUMEN DE PAN EN CC. Y TEXTURA DE MIGA											
	TIEMPO DE MEZCLA				VOLUMEN PAN (CC.)				TEXTURA MIGA			
	F ₁	P ₁	P ₂	\bar{X}	F ₁	P ₁	P ₂	\bar{X}	F ₁	P ₁	P ₂	\bar{X}
Platifén x [(Yt54 ² x Nor10/B26-1c) Nar 59]	1,40	1,45	1,50	1,475	145	170	140	155	79	82	80	81
Platifén x Huelquén	1,50	1,45	1,30	1,375	135	170	135	152,5	74	82	78	80
Platifén x (Rfn ² x S/Mt-M/Rw ²)	1,40	1,45	1,20	1,325	135	170	145	157,5	75	82	80	81
Huelquén x [(Yt54 ² x Nor10/B26-1c) Nar 59]	1,45	1,30	1,50	1,40	160	135	140	137,5	79	78	80	79
Huelquén x [(Ch53-Nor10/B x LR ²) CD]	1,25	1,30	1,30	1,30	140	135	160	147,5	74	78	82	80
Centrifén x [(Yt54 ² x Nor10/B26-1c) Nar 59]	1,25	1,15	1,50	1,325	155	145	140	142,5	79	79	80	79,5
Centrifén x [(908/Fn) ² /4160 x Yt54-Nor10/B) C14 ²]	1,30	1,15	1,30	1,225	120	145	85	115	72	79	72	75,5
Centrifén x Platifén	1,35	1,15	1,45	1,30	140	145	170	157,5	76	79	82	80,5
Centrifén x [(Ch53-Nor10/B x LR ²) CD]	1,15	1,15	1,30	1,225	135	145	160	152,5	76	79	82	80,5
Yafén x Menflo	1,40	2,15	1,15	1,65	140	150	100	125	80	80	72	76
Orofén x Menflo	1,30	1,15	1,15	1,15	125	100	100	100	74	72	72	72
(M2824 x Fn-K58/N) x Centrifén	1,35	1,30	1,15	1,225	140	175	145	160	78	80	79	79,5
(M2824 x Fn-K58/N) x Huelquén	1,30	1,30	1,30	1,30	125	175	135	155	74	80	78	79
[Ofn x (Yt54-Nor10/B-LR) C14 ²] x [(908/Fn) ² /4160 x Yt54-Nor10/B) C14 ²]	1,30	1,30	1,30	1,30	130	115	85	100	75	74	72	73
[Ofn x (Yt54-Nor10/B-LR) C14 ²] x Menflo	1,30	1,30	1,15	1,225	130	115	100	107,5	75	74	72	73
Klein Impacto x [(Ch53-Nor10/B x LR ²) CD]	1,45	2,30	1,30	1,80	155	160	160	160	78	84	82	83

ejemplo, que los aumentos en rendimiento vayan acompañados de disminuciones en el porcentaje de proteína, reduciendo así la capacidad panadera de la línea (12,24). Del trigo híbrido se esperan aumentos sustanciales de rendimiento acompañados de reducción en el contenido de proteína, lo que determinaría un deterioro en la calidad panadera.

En este estudio se han utilizado procedimientos que permiten evaluar pequeñas muestras de semilla provenientes de cruzamientos enfocados sólo a determinar el efecto de la heterosis en un grupo heterogéneo de progenitores.

Al evaluar el compuesto de semilla proveniente de las cuatro repeticiones del ensayo, se pretendió conocer la expresión de la heterosis en la calidad de lo que sería la semilla comercial de un híbrido.

La información obtenida permite señalar que, de acuerdo a la definición de Allard (1), la heterosis no se manifestó en forma significativa en el material estudiado. La calidad to-

tal está controlada por factores genéticos múltiples; se podría, en consecuencia, esperar que las combinaciones de genes provenientes de progenitores de calidad diferente podrían producir segregación transgresiva. Sin embargo, es necesario recordar que al trabajar con este tipo de caracteres se está tratando con un material biológico susceptible a variar por la acción de la herencia o por cambios en la expresión de estos caracteres en contacto con las condiciones del medio.

Se observó, no obstante, que los valores de Pelshenke, sedimentación y porcentaje de proteína de los híbridos fueron, en general, inferiores al promedio de los progenitores.

Sólo tres híbridos fueron superiores en sus valores de Pelshenke al progenitor más bajo, y en los tres casos ese progenitor era de calidad deficiente, Menflo en dos oportunidades, y Orofén en otra. En dos de estos cruzamientos estaba incluido Yafén, variedad de excelente calidad (11), indicando la capacidad de

Cuadro 4 — Correlación de factores de calidad entre valores F₁.

FACTOR DE CALIDAD	A	B	C	D	E	F
A Pelshenke F ₁	—	0,615	0,280	0,070	0,080	0,173
B Sedimentación F ₁	—	—	0,650	0,350	0,250	0,240
C Proteína F ₁	—	—	—	0,130	0,230	0,020
D Tiempo de mezcla F ₁	—	—	—	—	0,360	0,280
E Volumen de pan F ₁	—	—	—	—	—	0,800
F Textura miga F ₁	—	—	—	—	—	—

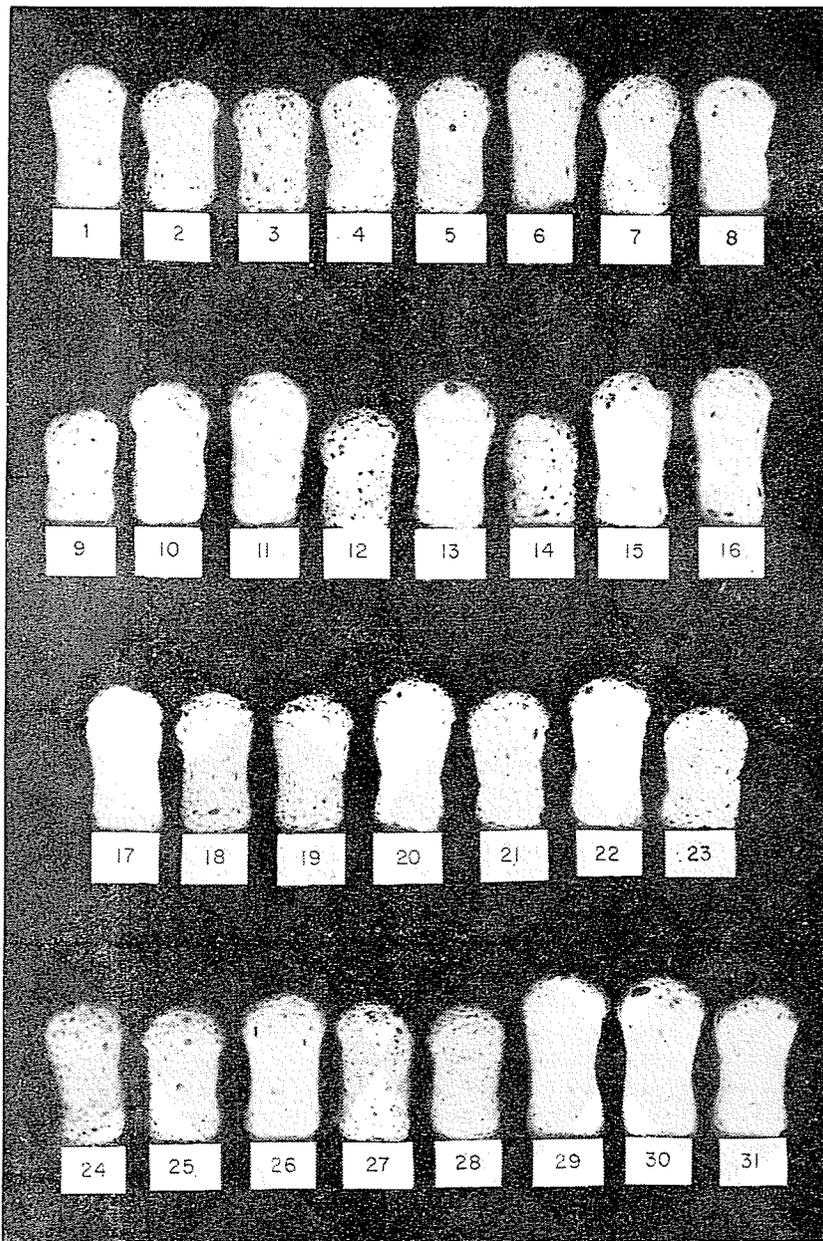
Panes experimentales de progenitores e híbridos (muestra de 25 gr. de harina, método standard AACCC).

PROGENITORES:

- 7 — Fortunato
- 8 — Menflo.
- 9 — Orofén.
- 10 — Yafén.
- 11 — Klein Impacto.
- 12 — [Ofn × (Yt54-Nor10/B-LR)C14²].
- 13 — (Rfn² × S. Mt-M/Rw²).
- 14 — [(908/Fn)² 4160 × Yt54-Nor10/B)C14²].
- 15 — [(Ch53-Nor10/B-LR²)CD].
- 16 — (Fn-Th⁴).
- 26 — Centrifén.
- 27 — Huelquén.
- 29 — (M2824 × Fn-K58/N).
- 30 — Platifén.
- 31 — [(Yt54² × Nor10-B26-c) Nar 59].

HÍBRIDOS:

- 1 — (10 × 8).
- 2 — (9 × 8).
- 3 — (29 × 27).
- 4 — (12 × 14).
- 5 — (12 × 8).
- 6 — (11 × 15).
- 17 — (30 × 31).
- 18 — (30 × 27).
- 19 — (30 × 13).
- 20 — (27 × 31).
- 21 — (27 × 15).
- 22 — (26 × 31).
- 23 — (26 × 14).
- 24 — (26 × 30).
- 25 — (26 × 15).
- 28 — (29 × 26).



esta variedad de transmitir su calidad a la descendencia. El valor más alto de Pelshenke lo dio un cruzamiento entre dos variedades de excelente calidad (Yafén × Klein Impacto), pero este valor fue inferior al promedio de los progenitores.

Esta información podría estar señalando que en la herencia del tiempo de Pelshenke habría dominancia de los valores bajos, y que hubo una expresión negativa de la heterosis.

Seis híbridos presentaron valores de sedimentación superiores al promedio de sus progenitores. Estos seis cruzamientos derivaban de combinaciones entre ocho progenitores entre los cuales Centrifén y Yafén se repiten tres

veces cada uno. Esto estaría nuevamente indicando que ciertas variedades con valores ba-

Cuadro 5 — Correlación entre valor del F₁ y promedio de los progenitores en seis factores de calidad.

FACTOR DE CALIDAD		\bar{x} PROGENITORES
A	Pelshenke F ₁	0,40
B	Sedimentación F ₁	0,47
C	Proteína F ₁	0,54
D	Tiempo de mezcla F ₁	0,59
E	Volumen de pan F ₁	0,46
F	Textura miga F ₁	0,33

jos tienen capacidad en cruzamientos adecuados, de producir híbridos con mejores valores. El cruzamiento (Yafén × Klein Impacto) estuvo dentro del grupo de más alta sedimentación, siendo superior al promedio de sus progenitores e igual al progenitor más alto. Quince híbridos tuvieron valores de sedimentación superiores al progenitor más bajo. En este grupo de cruzamientos, que deriva de combinaciones entre catorce progenitores, la variedad Centrifén aparece siete veces, Menflo en tres, (Rfn² × S/Mt-M/Rw²), Huelquén y Orofén en dos. La variedad Yafén fue progenitor en cinco de estos cruzamientos y Platifén en dos. Esto recalca la potencialidad de avance en ciertas variedades de baja calidad, y el valor de usar progenitores destacados capaces de transferir sus factores de calidad a la descendencia.

Los análisis de Pelshenke y sedimentación miden la fuerza, extensibilidad y calidad del gluten. Sin embargo, las mejores harinas para la producción de pan deben tener un alto porcentaje de proteína, estimado entre 12 y 14%. El nivel de proteína está determinado por factores genéticos pero está, además, grandemente influenciado por factores ambientales como fertilidad del suelo (especialmente nitrógeno), humedad y temperatura y es, en general, inversamente proporcional al rendimiento por unidad de superficie.

En los híbridos experimentales analizados en este estudio, la expresión de la heterosis en el porcentaje de proteína se manifestó sólo en dos cruzamientos (Yafén × Orofén) y (Orofén × Menflo), que superaron el promedio de sus progenitores y también al progenitor más alto. Hubo otros seis cruzamientos en que los híbridos superaron el promedio de sus progenitores; (Rfn² × S/Mt-M/Rw²) es progenitor en tres de estos cruzamientos y Centrifén, Platifén y Menflo en dos cada uno.

El vigor híbrido se expresó en el tiempo de mezcla, donde ocho híbridos superaron el promedio de sus progenitores y dos lo igualaron. En este grupo de cruzamiento, Platifén, Huelquén y Centrifén son progenitores tres veces cada uno.

Se determinó también la expresión del vigor híbrido en el volumen del pan y la textura de la miga. Cuatro cruzamientos, Huelquén ×

[(Yt54² × Nor10/B26-1c) Nar 59]; Huelquén × [(Ch 53-Nor10/B × LR³) CD]; [Ofn(Yt54 × Nor10/B-LR) C14²] × [(908/Fn)² 4160 × (Yt54-Nor 10/B) C14²], y [Ofn × (Yt54 × Nor10/B-LR) C14²] × Menflo, presentaron un mayor volumen de pan y mejor textura de miga que sus progenitores. Los cruzamientos Centrifén × [(908/Fn)²/4160 × (Yt54-Nor10/B) C14²] y (Orofén × Menflo) expresaron heterosis sólo en el volumen del pan.

La información total proveniente de este estudio señala que no será fácil obtener variedades de trigo híbrido donde la heterosis se manifieste significativamente en los componentes de la calidad.

Podría presentarse aún mayor dificultad en alcanzar un alto nivel de calidad si se usara el tipo de híbrido multilíneal propuesto por Borlaug (5). Es notorio que existió en este material una tendencia a deteriorar la calidad antes que mejorarla. Por otra parte, se observó también una marcada tendencia a que la descendencia de un grupo de progenitores exprese el vigor híbrido con mayor frecuencia e intensidad. Esto estaría señalando la necesidad de seleccionar cuidadosamente los progenitores de cada cruzamiento, no sólo en base a su calidad *per se* sino también en base a su potencialidad como productores de descendientes con una calidad adecuada. Sería posible, además, que a partir de cruzamientos entre progenitores de baja calidad con otros de buena calidad, se mejorara en la descendencia el valor promedio de los progenitores superando al progenitor más bajo. En consecuencia, si fuera necesario por otras consideraciones seleccionar un determinado genotipo como progenitor de un híbrido, podría no ser impedimento que tuviera un bajo nivel de calidad si se tiene la certeza de que el otro progenitor posee la capacidad genética de mejorar el nivel medio de calidad de la descendencia.

Esto introduce el concepto de capacidad combinatoria, poco usado en especies autóгамas, pero de importancia fundamental en casos como el descrito. La búsqueda de combinaciones de progenitores que permitan alcanzar estos objetivos deberá constituir un aspecto básico de todo programa de investigación en trigo híbrido.

RESUMEN

Veintinueve híbridos experimentales de trigo, derivados de combinaciones entre quince progenitores con distintos niveles de calidad fueron analizados en la generación F₁, endosperma F₂, en algunos aspectos de calidad: valor de Pelshenke, tiempo de sedimentación, porcentaje de proteína, tiempo de mezcla, volumen de pan y textura de la miga. La información obtenida permite indicar que en este germoplasma la expresión de la heterosis fue, en general, baja. Existió, sin embargo, un grupo de progenito-

res cuyos descendientes presentaron, comparativamente, adecuados valores de calidad. Se estima necesario enfocar la investigación en trigo híbrido en forma de identificar combinaciones de progenitores que permitan mejorar, o al menos no deteriorar, los niveles medios de calidad.

S U M M A R Y

Twenty nine experimental wheat hybrids, derivatives of combinations between fifteen parents possessing different levels of quality were analyzed in the F_1 generation, F_2 endosperm, for the following quality factors: Pelshenke value, sedimentation time, protein content, mixing time, loaf volume and texture. The data showed that, on this germplasm, the expression of heterosis was in general low. There was, however, a group of parents whose descendants had comparatively adequate quality values. It is considered necessary to conduct hybrid wheat research in order to identify combinations of parents that will allow to improve, or at least not to deteriorate, average levels of quality.

LITERATURA CITADA

- ALLARD, R. W. Principles of Plant Breeding. Wiley, New York. 1960. 485 pp.
- AMERICAN ASSOCIATION of Cereal Chemists Inc. Cereal Laboratory Methods. Seventh Ed. Minn. USA. 1962.
- ATKINS, I. M., *et al.* Evaluation of the Sedimentation Test in a wheat Breeding Program. *Crop Science* 5: 381-385. 1965.
- BORLAUG, N. E., *et al.* Hybrid Wheat in Perspective. Hybrid Wheat Seminar Report. Minn. USA. 1964. pp. 1-19.
- Wheat, Rust and People. *Phytopathology* 55: 1088-1098. 1965.
- BRIGGLE, L. W. Heterosis in Wheat. A review. *Crop Science* 3: 407-412. 1963.
- DAVIS, W. H., MIDDLETON, G. K. y HERBERT, T. T. Inheritance of Protein, Texture and Yield in Wheat. *Crop Science* 1: 235-238. 1961.
- FUKASAWA, H. Studies on Restoration and Substitution of Nucleus of *Aegilotriticum*. I. Appearance of Male-Sterile *durum* in Substitution Crosses. *Cytologia* 18: 167-175. 1953.
- Studies on Restoration and Substitution of Nucleus (genome) in *Aegilotriticum*. II. The Interrelationships Between *ovata* Cytoplasm and Fertility Restoring Factors. *Cytologia* 20: 211-219. 1955.
- Nucleus Substitution and Restoration by Means of Successive Backcrosses in Wheat and its Relatives genus *Aegilops*. *Japanese Journal of Botany* 17: 55-91. 1959.
- GONZÁLEZ, R., *et al.* Centrifén, Collafén, Yafén y Alifén, Nuevas Variedades de trigo para la Zona Central del País. *Agricultura Técnica (Chile)*. 26 (2): 78-84. 1966.
- GRANT, M. N. y Mc CALLA, A. G. Yield and Protein Content of Wheat and Barley. I. Interrelation of Yield and Protein Content of Random Selections from Single Crosses. *Canadian Journal of Research* 27: 230-240. 1949.
- HAUNHOLD, A., JOHNSON, V. A. y SCHMIDT, J. W. Genetic Measurements of Protein in the Grain of *Triticum aestivum*. *Agronomy Journal* 54: 203-206. 1962.
- KAUL, A. K. y SOSULSKI, F. W. Inheritance of Two Quality Components in a Spring Wheat Cross. *Canadian Journal of Genetics and Cytology* 6: 240. 1964.
- KIHARA, H. Substitution of Nucleus and its Effect on Genome Manifestations. *Cytologia* 16: 177-193. 1951.
- LEBSOCK, K. L., *et al.* Variation and evaluation of Mixing Tolerance, Protein Content and Sedimentation Value in Early Generations of Spring Wheat. *Triticum aestivum* L. *Crop Science* 4: 171-174. 1964.
- LIVERS, R. W. Fertility Restoration and its Inheritance in Cytoplasmic Male-Sterile Wheat. *Science* 144: 420. 1964.
- MC NEAL, F. H., *et al.*, Evaluation of Three Hard Red Spring Wheat Crosses for Heterosis. *Crop Science* 5: 399-400. 1965.
- NARVÁEZ, I., *et al.* The use of Early Generation Quality Evaluations in the Development of Successful Hybrid Wheat Varieties. Hybrid Wheat Seminar Report Minn. USA. 1964. pp. 29-40.
- PARKER, M. W. The Vital Need for Quality and Disease Resistance. Hybrid Wheat Seminar Report. Minn. USA. 1964. pp. 27-28.
- PARODI, P. Trigo Híbrido, Simiente (Chile). 36 (1-3). 1966.
- PATTERSON, F. L. y BITZER, M. J. Hybrid Wheat Research at Purdue University. Research Progress Report. Purdue University. Indiana. USA. 222. Feb. 1966. 4 p.
- RODRÍGUEZ, R., *et al.* Trigo Híbrido, Poderosa Arma Contra el Hambre Mundial. IV. Estudios de Heterosis. *Agricultura de las Américas* 15: 28-30, 62. 1966.

24. SCHLEHUBER, A. M. y TUCKER, B. B. Factors Affecting the protein Content of Wheat. *Cereal Science Today* 4: 240-242. 1959.
25. THE ROCKEFELLER FOUNDATION, USA. Program in the Agricultural Sciences. Annual Report 1964-1965. 262 p.
26. WILSON, J. A. y ROSS, W. M. Male-Sterile Interaction of the *Triticum aestivum* Nucleus and *Triticum timopheevi* Cytoplasm. *Wheat Information Service*. 14: 29-30. 1962.
27. WORZELLA, W. W. The Inheritance of Quality in Trumbull and Michikof Varieties of Winter Wheat. *Journal of Agricultural Research* 49: 705-714. 1934.
28. WULF, H. y GRANGER, D. Calidad de las Primeras Generaciones de Algunos Cruzamientos en Trigo. *Agricultura Técnica (Chile)*. 25 (1): 18-23. 1965.
29. ZELENY, L. A., *et al.* Sedimentation Value as an Index of Doughmixing Characteristics in Early Generation Wheat Selections. *Cereal Chemistry* 37: 673-678. 1960.

Síntomas de deficiencias nutricionales de plantas de papayo (*Carica candamarcensis* Hook. f.)¹

Mélica Muñoz S.², Federico Kocher G.³ y Aurelio Villalobos P.⁴

INTRODUCCION

El papayo cultivado en Chile corresponde a *Carica candamarcensis* Hook. f. Este frutal, que se cultiva preferentemente en la provincia de Coquimbo (1), se encuentra afectado por un complejo de factores que están influyendo en su desarrollo y producción, entre los que se pueden señalar daños causados por el medio ambiente, plagas, enfermedades y desequilibrios nutricionales.

El objetivo de esta investigación fue estudiar las manifestaciones externas de deficiencias nutricionales específicas, provocadas artificialmente mediante cultivo en arena con soluciones nutritivas, lo que permitirá establecer con mayor precisión el tipo de problema nutricional que afecta a este frutal. Observaciones cuidadosas de estas plantas en la zona de La Serena, dejan ver claramente manifestaciones externas de carencia o exceso de elementos nutritivos.

REVISION DE LITERATURA

La acción de los elementos minerales esenciales se ha podido determinar, en general, por estudios de los efectos visuales o anatómicos resultantes de sus deficiencias o por las variaciones en la composición química de las plantas por efecto de niveles controlados de estos elementos.

Sin embargo, los síntomas característicos o los cambios químicos asociados a estas deficiencias o excesos de minerales, pueden diferir de una observación a otra (2).

Según Wallace (6) los síntomas visuales de deficiencias nutricionales pueden presentarse en todos los órganos de la planta: hojas, tallos,

flores, frutos, semillas y raíces, y todos se pueden emplear en el método visual de diagnosis.

Según Kramer *et al* (5), las plantas presentan a veces ciertos síntomas que, dada la ausencia de un patógeno, parecen causadas por alguna deficiencia nutricional. Si esos síntomas pueden relacionarse directamente con la falta de elementos nutritivos, mediante experimentos de nutrición, la corrección de estas deficiencias en el campo se facilitará enormemente.

De acuerdo con Kender y Anastasia (4) la definición de síntomas causados por deficiencias nutricionales específicas es de gran valor para comenzar a dilucidar este tipo de problemas.

La literatura no proporciona datos de investigaciones de este tipo, efectuadas en la especie que nos preocupa.

MATERIAL Y METODO

La investigación se realizó bajo condiciones de invernadero en la Estación Experimental La Platina.

Se usaron plantas provenientes de semillas sembradas en bandejas de germinación.

Con la aparición de la segunda hoja verdadera se repicaron, previo lavado de raíces, en grupos de 7 a 8 plantitas, a maceteros de plástico con arena cuarzosa.

Cuando las plantas tenían 5 a 6 hojas, se trasplantaron individualmente a maceteros de plástico, de 20 cm. de diámetro y 18 cm. de altura, con arena cuarzosa (malla 2 mm.) lavada con ácido clorhídrico.

El invernadero se mantuvo a una temperatura de $22 \pm 3^{\circ}\text{C}$ y las plantas crecieron en condiciones de noche corta (16 horas de luz),

¹Parte de la Tesis presentada por Mélica Muñoz S., como uno de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Chile. Los autores agradecen la colaboración de los profesionales del Programa Suelos del Instituto.

Recepción manuscrito: 18 de julio de 1966.

²Ingeniero Agrónomo, Museo de Historia Natural, Santiago.

³Ingeniero Agrónomo Ph. D., Proyecto Fisiología Vegetal, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Profesor de la Cátedra de Fruticultura General, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile.

⁴Ingeniero Agrónomo, Proyecto Fisiología Vegetal, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.